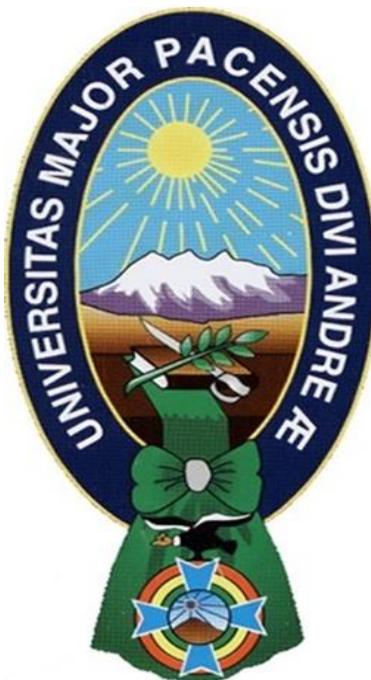


**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**EFFECTO DE LA INFUSIÓN DE CÁSCARA DE
PLÁTANO CON FERTIRRIGACIÓN, EN TRES VARIEDADES DE
PAPRIKA (*Capsicum annum* L.) BAJO INVERNADERO EN EL
CENTRO EXPERIMENTAL COTA COTA**

SANDRA FORONDA LLANQUI

La Paz-Bolivia

2023

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EFFECTO DE LA INFUSIÓN DE CÁSCARA DE PLÁTANO CON FERTIRRIGACIÓN,
EN TRES VARIETADES DE PAPIKA (*Capsicum annuum* L.) BAJO
INVERNADERO EN EL CENTRO EXPERIMENTAL COTA COTA**

Tesis de grado presentado como requisito

Parcial para optar al título de

Ingeniero Agrónomo

SANDRA FORONDA LLANQUI

Asesores:

Ing. Ph. D. Rene Chipana Rivera

Ing. Esther Tinco Mamani

Tribunal Examinador:

Ing. Msc. Fanny Arragan Tancara

Ing. Luis Humberto Ortuño Rojas

Ing. Joel Moises Mamani Huanca

APROBADA

Presidente tribunal examinador: _____

La Paz-Bolivia

2023

DEDICATORIA

Con todo mi cariño y amor a mis padres Alberto Feronda y Nora Llanqui quienes me dieron la confianza, el apoyo y la fortaleza para seguir y no retroceder en los momentos difíciles durante la elaboración de este trabajo y a lo largo de mi carrera universitaria.

A todos mis hermanos Rudy, Guiery, Silvia, Blanca, Tatiana, Maribel, y Elvis que me dieron un constante impulso.

En especial a la Ingeniera Esther Tinco y al Dr. Rene Chipana Rivera quienes me brindaron un especial apoyo durante el proceso y culminación de este trabajo y a lo largo de mi formación profesional.

A mis queridos docentes quienes me concedieron la dicha de poder ayudarlos como su auxiliar de docencia, al Dr. Augusto Vargas Hudson, Ing. Joel M. Mamani Huanca e Ing. Rene A. Calatayud quienes siempre me brindaron conocimientos y confianza necesaria para salir adelante en cada obstáculo que se me presentaba.

AGRADECIMIENTOS

Un pilar fundamental en mi vida fue la presencia de Dios pues gracias a él, el día de hoy puedo decir que lo logre.

Agradecer también a la prestigiosa Universidad Mayor de San Andrés por brindarme la oportunidad de formarme en esta hermosa carrera.

Deseo expresar mis más sinceros agradecimientos al Centro Experimental de Cota Cota por brindarme la oportunidad de realizar este trabajo de investigación en sus predios, en especial a la Ingeniera Esther Tinco, responsable del Área del "Vivero Multipropósito", quien me brindo su constante y sincera ayuda en la iniciación y culminación de este trabajo.

Así mismo agradecer a el Ingeniero Luis Humberto Ortuño y su equipo técnico por ayudarme por la ayuda brindada en cuanto a las dudas que se tuvo al iniciar este trabajo de investigación.

Agradecer a mis asesores Ing. Ph.D. Rene Chipana Rivera e Ing. Esther Tinco Mamani por su permanente apoyo, por sus oportunas y acertadas sugerencias hechas antes y durante la realización del trabajo, por la orientación recibida, y las observaciones hechas en el presente estudio.

Igualmente, al tribunal revisor Ing. Luis Humberto Ortuño Rojas, Ing. Msc. Fanny Arragan Tancara, Ing. Joel Moisés Mamani Huanca por su tiempo otorgado, por las observaciones y sugerencias hechas para mejorar el presente trabajo.

Un especial agradecimiento a mi querido hermano Rudy Foronda quien siempre estuvo para apoyarme a lo largo de la carrera brindándome palabras de aliento y confianza.

A todos mis compañeros de la universidad, Angel, Israel, Doris, Alejandro, Mariela, Gladis, Rumisunqu, Erick, Sara, Victor, Remberto, Henry,

Ericka, Raul por todos los momentos agradables y difíciles que compartimos a lo largo de toda la carrera, al apoyo académico y moral que me brindaron siempre, hoy culmina e inicia una nueva etapa en mi vida y quiero agradecerles todo el apoyo sincero que me brindaron a lo largo de la carrera.

De todo corazón, gracias.



VIVERO MULTIPROPOSITO
AGRONOMIA

**EFFECTO DE LA INFUSIÓN DE CÁSCARA DE
PLÁTANO CON FERTIRRIGACIÓN, EN TRES VARIEDADES DE
PAPRIKA (*Capsicum annuum* L.) BAJO INVERNADERO EN EL
CENTRO EXPERIMENTAL COTA COTA**

CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO.....	I
ÍNDICE DE CUADROS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
SUMMARY.....	X

ÍNDICE DE CONTENIDO

Pág.

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivo específico	3
2.3. Hipótesis	3
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
3.1. Cultivo de paprika	4
3.1.1. Origen	4
3.1.2. Características generales del cultivo	4
3.1.3. Taxonomía	5
3.1.4. Importancia del cultivo	5
3.1.5. Producción de paprika en el mundo	6
3.1.6. Principales productores en Bolivia	6
3.1.7. Fenología del cultivo	7
3.1.7.1. Germinación	7
3.1.7.2. Floración	8
3.1.8. Variedades de paprika	9
3.1.8.1. <i>Papri king</i>	9
3.1.8.2. <i>Papri queen</i>	9
3.1.8.3. <i>Sonora</i>	10
3.1.9. Labores del cultivo	10
3.1.9.1. Siembra	10

3.1.9.2. Trasplante	10
3.1.9.3. Riego	12
3.1.9.4. Cuidados de cultivo.....	13
3.1.9.5. Escarda.....	14
3.1.9.6. Aporque	15
3.1.9.7. Prevención fitosanitaria.....	15
3.2.2. Características del riego por goteo	18
3.2.3. Ventajas y desventajas del riego por goteo	19
3.2.4. Componentes del riego por goteo	20
3.3. Fertirrigación	21
3.3.1. Ventajas e inconvenientes de la fertirrigación	22
3.3.2. Sistemas de riego para fertirrigación	23
3.3.3. Métodos de inyección de fertilizantes por riego localizado	23
3.3.4. Fertilizantes apropiados para la fertirrigación	25
3.4. Ambientes atemperados.....	26
3.4.1. Características Generales	26
3.5. Abonos orgánicos líquidos	28
3.5.1. Tipos de fertilizantes líquidos	28
3.5.1.1. Según el tipo de absorción de la planta	28
3.5.1.2. Según el tipo de presentación	28
3.5.2. Infusión de cáscara de plátano	29
3.6. Evaluación económica	29
3.6.1. Rendimiento.....	29
3.6.2. Beneficio Bruto.....	30
3.6.3. Beneficio neto	30

4. MATERIALES Y MÉTODOS	32
4.1. Localización.....	32
4.1.1. Ubicación geográfica	32
4.1.2. Características Edafo - Climáticas de la zona	32
4.1.3. Descripción del ambiente atemperado	34
4.2. Materiales de estudio.....	34
4.2.1. Material biológico.....	34
4.2.2. Material orgánico	35
4.2.3. Material de instalación del sistema de riego y accesorios	35
4.2.4. Materiales de campo y herramientas.....	36
4.2.5. Materiales de laboratorio	36
4.3. Metodología empleada	37
4.3.1. Procedimiento experimental	37
4.3.1.1. Etapa de planificación y preparación	37
4.3.1.2. Etapa de muestreo del suelo y agua	38
4.3.1.3. Etapa de instalación de sistema de riego	41
4.3.1.4. Etapa de formulación de solución madre.....	43
4.3.1.5. Etapa de almácigo y siembra	44
4.3.1.6. Etapa de labores culturales y riego.....	45
4.3.1.7. Etapa de aplicación de infusión de cáscara de plátano	47
4.3.1.8. Toma de datos y cosechas.....	47
4.3.2. Método experimental	48
4.3.2.1. Análisis estadístico	48
4.3.2.2. Método lineal aditivo	48
4.3.2.3. Descripción de los tratamientos.....	49

4.3.2.4. Características del área experimental	49
4.3.2.5. Croquis experimental.....	50
4.3.2.6. Variables de respuesta	51
5. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	54
5.1. Descripción de los parámetros de producción.....	54
5.1.1. Temperaturas registradas durante el ciclo del cultivo.....	54
5.1.2. Porcentaje de prendimiento del cultivo de Paprika.....	56
5.2. Variables de respuesta.....	57
5.2.1. Variables agronómicas	58
5.2.1.1. Variable altura de planta.....	58
5.2.1.2. Variable diámetro de tallo del cultivo	60
5.2.1.3. Variable número de frutos en dos cosechas.....	62
5.2.1.4. Variable peso de fruto por planta en dos cosechas.....	64
5.2.1.4. Variable longitud de fruto por planta en dos cosechas	68
5.2.1.5. Variable diámetro de fruto por planta en dos cosechas.....	73
5.2.2. Variables económicas.....	77
5.2.2.1. Análisis económico preliminar	77
5.2.2.2. Rendimiento	77
5.2.2.3. Ingreso bruto	79
5.2.2.4. Costos de producción	80
5.2.2.5. Costos variables y costos fijos.....	80
5.2.2.6. Costos totales.....	80
5.2.2.7. Ingreso neto.....	80
5.2.2.8. Relación beneficio - costo.....	81
6. CONCLUSIONES	83

7. RECOMENDACIONES 85
8. BIBLIOGRAFIA86

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Temperaturas óptimas de crecimiento y desarrollo del cultivo de paprika.	8
Cuadro 2. Temperaturas óptimas de crecimiento del cultivo de paprika.....	8
Cuadro 3. Variedades de paprika empleadas en el experimento.....	35
Cuadro 4. Nutrientes presentes en la infusión de cáscara de plátano.....	35
Cuadro 5. Características de selección del cultivo de paprika.....	37
Cuadro 6. Datos de los parámetros químicos de análisis de suelo.....	39
Cuadro 7. Datos de parámetros físicos de análisis de suelo.....	39
Cuadro 8. Parámetros químicos de análisis de suelo.....	40
Cuadro 9. Parámetros químicos del análisis de agua.....	41
Cuadro 10. Interpretación de los parámetros químicos del análisis de agua.....	41
Cuadro 11. Temperaturas medias registradas a lo largo del desarrollo del cultivo.....	56
Cuadro 12. Porcentaje de prendimiento del cultivo de paprika.....	57
Cuadro 13. ANVA variable altura de planta final.....	59
Cuadro 14. ANVA variable diámetro de tallo de cultivo.	61
Cuadro 15. Duncan para la comparación de medias del factor A.....	61
Cuadro 16. Duncan de comparación de medias de la Interacción del Factor A con el Factor B.....	63
Cuadro 17. ANVA variable número de frutos por planta en la cosecha 1.....	64
Cuadro 18. ANVA variable número de frutos por planta en la cosecha 2.....	65
Cuadro 19. Promedios de la variable peso de frutos (g) por planta.....	66
Cuadro 20. ANVA variable Peso de Frutos por Planta en la Cosecha 1.	68
Cuadro 21. Duncan para la comparación de medias del Factor A.....	69
Cuadro 22. Promedios de la variable longitud de frutos (cm) por planta.	70

Cuadro 23. Análisis de varianza, variable longitud de fruto del cultivo de paprika.....	72
Cuadro 24. Prueba Duncan para el factor “A” de la variable longitud de frutos.....	73
Cuadro 25. Promedios de la variable diámetro de frutos.....	74
Cuadro 26. Análisis de varianza para la variable diámetro de fruto.....	77
Cuadro 27. Prueba Duncan, variable diámetro de fruto del cultivo de paprika.	77
Cuadro 28. Rendimiento del cultivo de paprika por kg/Ha.....	79
Cuadro 29. Ingreso bruto en relación al rendimiento obtenido.....	81
Cuadro 30. Beneficio neto en relación al rendimiento obtenido.....	82
Cuadro 11. Beneficio / Costo obtenido.....	83
Cuadro 32. Clasificación de nutrientes según Chilón, (1997) y FAO (2005).....	94
Cuadro 33. Clasificación del potencial del agua.	95
Cuadro 34. Temperaturas registradas dentro del ambiente de ensayo.	95
Cuadro 35. Datos registrados variable Porcentaje de prendimiento.....	96
Cuadro 36. Porcentaje de prendimiento posterior al trasplante de paprika.	97
Cuadro 37. Registro de datos variable altura de planta final (cm).	97
Cuadro 38. Registro de datos variable diámetro de tallo (cm).	98
Cuadro 39. Registro de datos variable número de frutos (unidades).....	98
Cuadro 40. Registro de datos peso de frutos en dos cosechas (gr).	99
Cuadro 41. Registro de datos variable longitud de frutos (cm).	99
Cuadro 42. Registro de datos variable diámetro de fruto (cm).	100
Cuadro 43. Costo total de producción.	101
Cuadro 44. Costo parcial de producción con fertirrigación.	102
Cuadro 45. Costo parcial de producción sin fertirrigación.....	102

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización geográfica del experimento, Fuente; EDUCA (2016).....	32
Figura 2. Croquis del experimento.....	50
Figura 3. Temperaturas registradas durante el desarrollo del cultivo.	54
Figura 4. Porcentaje de Prendimiento del cultivo.....	57
Figura 5. Variable altura de planta (cm) en los diferentes tratamientos.....	59
Figura 6. Diámetro de tallo del cultivo.....	62
Figura 7. Promedios por tratamiento de la variable peso de frutos.....	66
Figura 8. Promedio de longitud de frutos por tratamiento.....	70
Figura 9. Prueba Duncan para factor “A”, de la variable longitud de frutos del cultivo de Paprika.	72
Figura 10. Promedio diámetro de fruto por tratamiento del cultivo de Paprika.	74
Figura 11. Prueba de medias para la variable Diámetro de frutos bajo el efecto del factor A.	76
Figura 12. Rendimiento en kg por tratamiento.....	78
Figura 13. Análisis de Suelo al inicio del experimento.....	103
Figura 14. Análisis de suelo con aplicación de fertirrigación.....	104
Figura 15. Análisis de suelo sin aplicación de Fertirrigación.....	105
Figura 16. Análisis de agua previo al experimento.	106
Figura 17. Análisis de infusión de cáscara de plátano.....	107
Figura 18. Cálculo de dosis del cultivo de Paprika.	108
Figura 19. Cálculo de la frecuencia y tiempo de riego.....	112
Figura 20. Cálculo del número de muestra, Ochoa (2005).	115
Figura 21. Galería fotográfica del experimento.....	116

RESUMEN

En Bolivia, la paprika es un cultivo que está condicionado por factores climáticos, edáficos nutricionales y agua, siendo a menudo las bajas temperaturas, suelos pobres de nutrientes, escasez de agua entre otros que ocasionan rendimientos pobres y/o la pérdida total de la producción, ante esta situación, surge la necesidad de buscar nuevos productos y desarrollar otras técnicas de aplicación de nutrientes a los cultivos, que mejoren la productividad sin dañar el medio ambiente ni afectar la salud humana. A razón, de esta situación se presenta esta investigación donde se evaluó la aplicación de la infusión de cáscara de plátano bajo un sistema de fertirrigación por goteo sobre 3 variedades del cultivo de paprika (*Capsicum annuum* L.) bajo invernadero en el Centro Experimental de Cota Cota, de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés. La investigación inició con la siembra en almacigo de semillas de paprika y la implementación del sistema de fertirriego. El trabajo de investigación fue realizado bajo el diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, se contaron con 6 tratamientos, 3 bloques y con 5 unidades experimentales cuyos datos se analizaron con el paquete estadístico Info Stat. Las variables de respuesta para evaluar el efecto de la aplicación de infusión de cáscara de plátano fueron: altura de la planta, diámetro de tallo de planta, número de frutos, longitud del fruto a la cosecha, diámetro del fruto, peso del fruto y rendimiento. Para la variable altura los resultados fueron no significantes, para las variables número de frutos, longitud de fruto, diámetro de fruto, peso del fruto y rendimiento en kg, los tratamientos con aplicación de infusión de cáscara de plátano bajo un sistema de fertirriego brindó resultados significativos. Con respecto al análisis económico para los resultados de Beneficio Costo (B/C) el tratamiento 1 (con fertirrigación empleado en la variedad *Papri king*) resultó como el tratamiento más rentable con un valor de 1,6 Bs. Los resultados indican que por cada boliviano invertido se recuperó la inversión más un beneficio de 0,6 Bs, seguido del tratamiento 3 (con fertirrigación empleado en la variedad *Papri queen*) con una relación beneficio costo de 1,4 Bs. Y el tratamiento con menor beneficio costo fue el tratamiento 4 (sin fertirrigación, variedad *Papri queen*) con 1,1 Bs. El efecto evaluado mediante un sistema de fertirrigación bajo la aplicación de la infusión de cáscara de plátano fueron satisfactorias debido a que se pudo apreciar diferencias significativas.

ABSTRACT

In Bolivia, paprika is a crop that is conditioned by climatic, soil, nutritional, and water factors, often being low temperatures, nutrient-poor soils, water scarcity, among others, that cause poor yields and/or the total loss of production. Given this situation, the need arises to search for new products and develop other techniques for the application of nutrients to crops, which improve productivity without harming the environment or affecting human health. Because of this situation, this research is presented where the application of the banana peel infusion was evaluated under a drip fertigation system on 3 varieties of paprika (*Capsicum annum L.*) under a greenhouse at the Cota Experimental Center. Cota, from the Faculty of Agronomy of the Universidad Mayor de San Andrés. The investigation began with the planting of paprika seeds in a nursery and the implementation of the fertigation system. The research work was carried out under the design of random blocks arranged in divided plots, there were 6 treatments, 3 blocks and 5 experimental units whose data were analyzed with the Info Stat statistical package. The response variables to evaluate the effect of applying banana peel infusion were: plant height, plant stem diameter, number of fruits, fruit length at harvest, fruit diameter, fruit weight, and yield. . For the height variable, the results were not significant, for the variables number of fruits, fruit length, fruit diameter, fruit weight and yield in kg, the treatments with the application of banana peel infusion under a fertigation system provided results. significant. Regarding the economic analysis for the Cost Benefit (B/C) results, treatment 1 (with fertigation used in the Papri king variety) resulted as the most profitable treatment with a value of 1.6 Bs. The results indicate that for each boliviano invested, the investment was recovered plus a benefit of 0.6 Bs, followed by treatment 3 (with fertigation used in the Papri queen variety) with a benefit-cost ratio of 1.4 Bs. And the treatment with the least benefit-cost was the treatment 4 (without fertigation, Papri queen variety) with 1.1 Bs. The effect evaluated by means of a fertigation system under the application of the banana peel infusion were satisfactory because significant differences could be appreciated.

1. INTRODUCCIÓN

El recurso agua es considerado actualmente como uno de los más importantes para el desarrollo de la agricultura, en el campo de la producción hortícola de carácter intensivo presenta mayor exigencia de nutrientes (sales disueltas en suelo) y agua (humedad de suelo), lo cual obliga al productor a utilizar productos agrícolas (fertilizantes orgánicos, abonos) para poder reponer los nutrientes del suelo que va perdiendo en cada ciclo agrícola o cosecha.

Generar alternativas tecnificadas de producción de cultivos hortícolas donde se logren satisfacer los requerimientos de las plantas, esperando que logren de esta manera su máximo desarrollo, sin causar daños al medio ambiente, es prioridad de una agricultura moderna y de precisión.

Martínez (2006), menciona que, si faltan nutrimentos y agua, el rendimiento junto a la calidad del producto será pobre, en cambio con excesos el costo de producción se incrementa, pudiendo ocasionar toxicidad en los cultivos y también la posibilidad de una lixiviación de los nutrimentos provocando contaminación de los mantos acuíferos.

Según la FAO (2004), la horticultura en Bolivia ha crecido paulatinamente a partir de la década de los años 90, debido a que los hábitos alimenticios de la población han cambiado positivamente hacia un mayor consumo de hortalizas en su dieta diaria.

En el 2010, se cultivaron en Bolivia aproximadamente 2.700 ha de ají, las cuales produjeron cerca de 4.100 toneladas de ají fresco. El departamento de Chuquisaca es el principal productor de ajíes en Bolivia, representando cerca del 90% de la producción total nacional (3.600 t/año). En este departamento, las provincias de Tomina (Padilla), Villa Serrano, Hernando Siles y Luis Calvo, presentan los más altos niveles de producción, debido a que el suelo y el clima favorecen el desarrollo de las diversas especies cultivadas (Jaguer, et al., 2011).

La producción de ajíes en Bolivia no alcanza a cubrir la demanda interna, por tanto, se estima que cerca del 50% del ají que se consume a nivel nacional, es procedente de

Perú, representados especialmente en ajíes dulces y semi-picantes. Aunque no se cuenta con registros oficiales de las importaciones, se estima que cerca del 98% del ají peruano entra al país de manera ilegal. (Las cadenas de valor de los ajíes nativos de Bolivia (Jaguer, et al., 2011).

Los abonos orgánicos son preparados con técnicas sencillas e ingredientes fáciles de conseguir. En su preparación se requiere un tiempo relativamente corto y su efecto en las plantas es más rápido en relación a otros fertilizantes inorgánicos utilizado en la agricultura convencional (Alanoca, 2017).

Los téis son nuevas propuestas de uso de enmiendas orgánicas, aplicadas generalmente para suprimir enfermedades presentes en el suelo, aunque recientemente por su comprobada eficiencia, están ganando importancia como una alternativa a los fertilizantes de origen sintético y al uso de pesticidas (Naidu et al., 2010; Xu et al., 2012).

Diversas investigaciones han demostrado como estos extractos orgánicos aplicados vía foliar o al suelo aumentan el rendimiento y calidad de los frutos, plantas aromáticas o flores debido a la mejora del estatus nutrimental de la planta y microorganismos benéficos aportado por la infusión (Ingham, 2005; Pant et al., 2009; Albert et al., 2012) mencionado por (Gonsales, 2014).

Dorado (2017), en su trabajo, efecto de la infusión de cáscara de plátano y te de estiércol en el cultivo de girasol nos dice que la dosis de 135 l/ha produjo plantas más altas, mayor diámetro de capítulo, rendimiento por planta y por hectárea con valores de 128.0 cm, 12.2 cm, 128.0 g y 3989.0 Kg/ha, mostrando a su vez menor tiempo en la formación de capítulo con un promedio de 66.7 días.

La presente investigación pretende presentar una nueva alternativa de nutrientes a fin de aprovechar las cáscaras de plátano para la elaboración de un abono radicular aplicados bajo un sistema de fertirrigación que promueva el desarrollo de las hortalizas como también la formación de frutos y a la vez permita obtener altos niveles de rendimiento que se vean reflejados de igual manera en un mayor ingreso para el

agricultor, teniendo de esta manera una tecnología agrícola que permita constituir un sistema de producción sostenible y sustentable.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la infusión de cáscara de plátano con fertirrigación en tres variedades de paprika (*Capsicum annuum* L.) bajo invernadero en el Centro Experimental Cota Cota.

2.2. Objetivo específico

- Estudiar el comportamiento agronómico de tres variedades de paprika, bajo la aplicación de la infusión de cáscara de plátano.
- Determinar el efecto de la fertirrigación en el rendimiento del cultivo de paprika.
- Determinar los costos de producción y el beneficio/costo del cultivo de paprika.

2.3. Hipótesis

Ho = No hay efecto en la aplicación de la infusión de la cascara de plátano en el cultivo de paprika.

Ha = Al menos una de las aplicaciones de infusión de cáscara de plátano tendrá efecto en el cultivo de paprika.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Cultivo de paprika

3.1.1. Origen

Petoseed (1990), indica que la páprika es un cultivo originario de América del Sur, concretamente del área de Perú y en algunas zonas de Bolivia. Es una planta cultivada desde la antigüedad por los habitantes americanos que Col n encontr  en su primer viaje y la llevó a España en 1.943, extendiéndose a lo largo del siglo XVI por otros países de Europa, Asia y África. La Páprika constituía un alimento básico de la población indígena. El tiempo de vida de la planta es alrededor de 17 semanas. Se puede cosechar cada dos semanas durante dos meses.

FDTA (2007), indica que el género *Capsicum* que incluye entre 20 – 30 especies, tiene su centro de origen en las regiones tropicales y subtropicales de América en el área de Bolivia – Perú, donde se han encontrado semillas de formas ancestrales de más de 7000 años y desde donde se habr a diseminado a toda América.

FAO (2008), manifiesta que Sudamérica es considerada el centro de origen de la páprika. Su siembra ya se realizaba en Perú y México antes del descubrimiento de América, pues indican que la cultivaron incluso antes de la aparición del hombre blanco, aunque algunos opinan que podr a haber sido nativo de la India. Su desarrollo como un cultivo a gran escala se remonta a la época Napoleónica.

3.1.2. Características generales del cultivo

Loayza (2001), menciona que la Paprika es de la familia solan cea y del género *Capsicum*, especie *Capsicum annum* L. y su nombre común páprika.

FAO (2007), indica que en Micro Huertas de la ciudad de El Alto se puede iniciar su cultivo en cualquier época del año, utilizando el sistema orgánico o hidropónico (solo en sustrato sólido).

FDTA (2007), caracteriza como una planta herbácea semi leñosa anual y bianual, variando en altura desde los 65 – 110 cm en cultivos comerciales, llegando hasta los 2 m en terrenos recién habilitados, el ancho de la planta varía desde los 0.65 – 1.15 m

según el hábito de crecimiento. Los ajíes dulces presentan un hábito postrado y los picantes son de hábitos erectos, por consiguiente, son plantas robustas y grandes.

CENTA (2012), añade que, a partir de la producción de la sexta a la octava hoja, la tasa de crecimiento del sistema radicular se reduce gradualmente; en cambio la del follaje y de los tallos se incrementa, las hojas alcanzan el máximo tamaño, el tallo principal se bifurca y a medida que la planta crece, ambos tallos se ramifican. La tasa máxima de crecimiento se alcanza durante tal período y luego disminuye gradualmente a medida que la planta entra en etapa de floración y fructificación, los frutos en desarrollo empiezan a acumular los productos de la fotosíntesis.

FDTA (2007), manifiesta que el tallo puede tener forma cilíndrica o prismática angular, glabro, erecto y con altura variable, según la variedad. Esta planta posee ramas dicotómicas o pseudo dicotómicas, siempre una más gruesa que la otra (la zona de unión de las ramificaciones provoca que éstas se rompan con facilidad). Este tipo de ramificación hace que la planta tenga forma umbelífera (de sombrilla).

3.1.3. Taxonomía

La clasificación taxonómica de la Paprika según Sanchez (2017), es la siguiente:

Reino: Plantae

Division: Angiospermas

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: Capsicum

Nombre científico: *Capsicum annuum* L.

Nombre común: Paprika, Aji dulce, ají, chile dulce, chile morrón, pimienta.

3.1.4. Importancia del cultivo

La paprika es muy importante ya que tiene propiedades antiinflamatorias pues comida en moderación ayuda a controlar el proceso inflamatorio en el cuerpo. Tiene propiedades similares a la canela reduciendo los triglicéridos o grasa y el colesterol malo. Previene las ulceras estomacales, además de ser un estimulante y digestivo, sin embargo, el abuso de su consumo no es recomendado.

Posee un alto contenido de vitaminas C y A, y de Licopeno importantes para la adecuada absorción de hierro, calcio y de otros aminoácidos. Se emplea también para la curación de las heridas, el incremento de las defensas, etc. La carencia de éstas puede provocar una debilidad general en el organismo, como cabello frágil, encías que sangran, heridas que no cicatrizan, pérdidas de apetito, etc.

3.1.5. Producción de paprika en el mundo

En 2016, la producción mundial de *Capsicum* fue de 38.611 mil toneladas, donde destaca China por su participación (473), y es seguido por México (8.23), Turquía (5.83), e Indonesia (5.43), entre otros.

3.1.6. Principales productores en Bolivia

Bolivia cuenta con características climáticas, edafológicas propicias y con gran potencial para el desarrollo de cultivos nativos tales como el ají, en las diferentes regiones, ecosistemas, desde la región Andina hasta los Llanos (Martines, et al. y otros, 2007).

Gracias a estas características, el país cuenta con un gran número de especies y variedades nativas de *Capsicum*, las cuales han estado presentes en la vida de los bolivianos desde épocas precolombinas, haciendo parte de su identidad cultural principalmente a través de su variada gastronomía. Aunque los ajíes se utilizan a nivel global en la medicina, la industria, en Bolivia estas propiedades son poco conocidas y utilizadas (Martines et al., 2007).

Los ajíes nativos y los más comerciales no nativos incluyendo pimientos, pertenecen al género *Capsicum* que tiene más de 30 especies con una alta variabilidad genética, por lo que muestra la amplia gama de colores, formas, aromas, sabores y grados de pungencia (Moscone et al., 2007).

Sin embargo, de estas solamente se han domesticado cinco (*Capsicum annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens*, *C. pubescens*), y solamente la especie *C. annuum* es la que mayormente se cultiva a nivel mundial (pimentones, páprika a nivel nacional, los ajíes y pimientos por sus características productivas y económicas, son cultivos de gran relevancia e importancia en Bolivia, sobre todo en la región sub-andina

que abarca los departamentos de Chuquisaca, sur de Cochabamba, norte de Tarija y oeste de Santa Cruz (Rocabado, 2001).

En Bolivia, se utilizan por lo menos 15 variedades de ajíes nativos pertenecientes a las 5 especies de ajíes domesticados y varias especies silvestres (*C. cardenasii*, *C. eximium*, *C. micro-carpum*), consumiéndose tanto en estado fresco como deshidratado. Sin embargo, muchos presentan una comercialización marginal, ya que son cultivados o recolectados de arbustos silvestres para autoconsumo o distribuidos ocasionalmente a nivel local (Jaguer et al., 2011).

En el 2010, se cultivaron en Bolivia aproximadamente 2.700 ha de ají, las cuales produjeron cerca de 4.100 toneladas de ají fresco. El departamento de Chuquisaca es el principal productor de ajíes en Bolivia, representando cerca del 90% de la producción total nacional (3.600 t/año). En este departamento, las provincias de Tomina (Padilla), Villa Serrano, Hernando Siles y Luis Calvo, presentan los más altos niveles de producción, debido a que el suelo y el clima favorecen el desarrollo de las diversas especies cultivadas (Jaguer et al., 2011).

La producción de ajíes en Bolivia no alcanza a cubrir la demanda interna, por tanto, se estima que cerca del 50% del ají que se consume a nivel nacional, es procedente de Perú, representados especialmente en ajíes dulces y semi-picantes. Aunque no se cuenta con registros oficiales de las importaciones, se estima que cerca del 98% del ají peruano entra al país de manera ilegal. (Las cadenas de valor de los ajíes nativos de Bolivia (Jaguer et al., 2011).

3.1.7. Fenología del cultivo

3.1.7.1. Germinación

Maroto (1986), señala que la páprika es una especie que no se considera que posea latencia seminal, sin embargo, se observa con mucha frecuencia tras la siembra una tardanza mayor de lo normal en la emergencia, observándose una homogeneidad en el desarrollo una vez producida la emergencia.

Petoseed (1990), indica las siguientes temperaturas:

Cuadro 1. *Temperaturas óptimas de crecimiento y desarrollo del cultivo de paprika.*

Temperaturas °C	
Máxima	38°C
Mínima	13°C
Óptima	25°C

Fuente: Elaboración propia, 2023.

CENTA (2012), refleja que el período de preemergencia varía entre 8 y 12 días, y es más rápido cuando la temperatura es mayor. Casi cualquier daño que ocurra durante este período tiene consecuencias letales y ésta es la etapa en la que se presenta la mortalidad máxima.

3.1.7.2. Floración

Villarivau y Gonzáles (1999), mencionan para que se produzca la floración, además de condiciones climáticas favorables se requiere de cierta madurez de la planta.

Cuadro 2. *Temperaturas óptimas de crecimiento del cultivo de Paprika.*

Temperaturas °C	
Máxima	35°C Mayor temperatura provoca caída de flores
Mínima	18-20°C
Óptima	25°C

Fuente: Elaboración propia, 2023.

FDTA (2007), señala que, para la fecundación o el cuajado de la flor, la temperatura óptima es de 25°C, siendo la mínima de 18°C y máxima de 35°C, a temperaturas superiores de 35 o 40°C, la fecundación se debilita ocurriendo abortos florales y por consiguiente la caída de las flores.

CENTA (2012), aporta que están localizadas en los puntos donde se ramifica el tallo o axilas, encontrándose en número de una a cinco por cada ramificación. Generalmente, en las variedades de fruto grande se forma una sola flor por ramificación, y más de una en las de frutos pequeños.

3.1.8. Variedades de paprika

Petoseed (1990), indica que las variedades de páprika cultivadas actualmente en Perú, son los siguientes:

3.1.8.1. *Papri king*

El fruto producido por esta variedad de páprika tiene una longitud promedio de 15,2 a 20,3 cm. El fruto es de paredes delgadas con un excelente color rojo y poco picante en la mayoría de las condiciones de cultivo, la capacidad para secado es muy buena.

FAO (2008), manifiesta que la variedad que ha logrado adaptarse a los climas fríos e inestables de El Alto es la variedad Páprika King, que tiene el fruto alargado con un excelente color rojo, de paredes delgadas y poco picante, por sus bajos niveles de capcisina.

AGRINTER (2010), indica las siguientes características:

- Fruto: Posee una longitud promedio de 15,20 a 20,30 cm. y es de paredes delgadas.
- Color: Rojo
- Pungencia: Poco picante
- Capacidad de Secado: Muy buena

3.1.8.2. *Papri queen*

Petoseed (1990), manifiesta que produce frutos de paredes delgadas, de largo ligeramente menor que *Papri king* pero de hombro mucho más ancho; de buena capacidad de secado.

AGRINTER (2010), menciona las siguientes cualidades:

- Fruto: De paredes delgadas, es algo menos largo que el *Papri king* pero de hombro mucho más ancho.
- Color: Rojo
- Pungencia: Poco picante
- Capacidad de Secado: Buena

3.1.8.3. Sonora

Petoseed (1990), destaca que es un pimiento tipo Anaheim está caracterizado por excelentes cosechas de frutos grandes y uniformes. Produce frutos de (20,3 x 3,8 cm.) con dos celdas lisas y de paredes gruesas. Es una planta erecta, de tamaño mediano con madurez precoz.

AGRINTER (2010), refleja las siguientes cualidades:

- Fruto: Grandes y uniformes de 20,30 x 3,80 cm. con dos celdas lisas y de paredes gruesas.
- Color: Rojo Oscuro
- Pungencia: Algo picante
- Capacidad de Secado: Buena

3.1.9. Labores del cultivo

FCA (2012), manifiesta que las labores culturales son aquellas consideradas de uso común dentro del ciclo productivo, son todo tipo de labores que permiten la óptima germinación, plantación o sembrado, desarrollo y cosecha del producto final, tanto, así como la preparación del mismo para su comercialización.

3.1.9.1. Siembra

FAO (2008), indica que la paprika puede sembrarse en cualquier época del año, pero los mejores resultados se obtienen en estaciones de mayor calor. La siembra se realiza en almácigos a chorro continuo haciendo surcos con una profundidad de tres veces el tamaño de la semilla y distanciados a 5 milímetros entre semillas.

3.1.9.2. Trasplante

Costa (1996), argumenta que, en las zonas templadas, el trasplante se realiza a los 70 días y en las regiones tropicales a los 45 días posteriores a la siembra, cuando las plantas han alcanzado de 10 – 15 cm de altura y tienen 4 a 6 hojas.

FDTA (2007), indica que el factor principal que determina la época de plantación es el clima. En regiones cálidas se realiza el trasplante después de las bajas temperaturas

de invierno (junio, julio). En regiones más frías es conveniente postergar el trasplante hasta el comienzo de la primavera, cuando haya pasado el riesgo de heladas tardías.

FAO (2008), manifiesta que el almácigo de páprika est  listo para su trasplante a los 40 o 45 días después de la siembra, cuando la plantita ha alcanzado 12 a 15 centímetros de altura, en cultivos orgánicos e hidropónicos.

FCA (2012), explica que es la operación mediante la cual se trasplantan los plantines del almácigo, en el momento que se ha llegado al estado ideal, al lugar definitivo, donde se desarrolla hasta completar su ciclo. Durante la operación la cantidad de agua que la planta est  en condiciones de absorber es menor que la que transpira; como resultado, tiene lugar una deficiencia hídrica dentro de los tejidos. Esta deficiencia produce:

- Reducción en tamaño de las células en la región de elongación.
- Reducción de la actividad fotosintética o una suspensión de la misma.

SCRIBD (2019), indica los siguientes aspectos:

Formas de trasplante: Puede ser realizada en forma manual o con máquinas semiautomáticas integrales (necesita operarios para que coloquen los plantines en elementos transportadores), con las que se pueden regar, trasplantar y abonar simultáneamente. Por ejemplo: trasplantadores de batatas y de tomates para industrias. La metodología de trasplante es la siguiente:

Aproximadamente unos 15 días antes del trasplante se realizan las siguientes operaciones:

- Reducción de los riegos.
- Permitir una máxima insolación diurna.
- Proteger levemente el cultivo durante la noche.
- Regar abundantemente el almácigo de uno a dos días antes de efectuar el trasplante a los fines de facilitar la operación de arranque de los plantines.
- Realizar el arranque de los plantines cuidadosamente para evitar la ruptura de raíces.

- Seleccionar plantines por tamaño y eliminar aquellos con problemas patógenos.
- Llevar los plantines del almácigo al lugar definitivo en cajones, con tierra húmeda en el fondo y bolsas arpilleras húmedas en los costados y en la cobertura con la finalidad de evitar la deshidratación de los plantines.
- En ciertas especies (cebolla, puerro, tomate) se suele cortar partes de las hojas antes del trasplante. No es recomendable porque se favorece la entrada de patógenos, salvo que el follaje este muy desarrollado con respecto a la raíz.
- Se toma el plantín por el extremo de la raíz y se lo introduce en la tierra en posición normal.
- Pasados entre 7 a 10 días luego del trasplante será necesario realizar la reposición de fallas, no conviene que pase mucho tiempo para que no haya diferencia entre las plantas.

3.1.9.3. Riego

Nuez et al., (1996), menciona que abundantes y repetidos riegos, acompañados de escardaduras y desyerbas cuidadosas, dado que las malas hierbas seguirán fácilmente a los riegos que se practicarán.

SCRIBD (2019), menciona que es muy importante que el agua de riego sea bien aplicada; tratando de que el agua no llegue al cuello de la planta o exista exceso o déficit de humedad debido a que se tendrá problemas de pudriciones radiculares o mal desarrollo de las plantas y de los frutos. En el momento de floración no debe existir exceso o déficit de humedad puesto que se tendrá caída de flores; la humedad en el suelo debe ser moderado.

FCA (2019), explica que en el momento de desarrollo del fruto el suministro de agua debe darse oportunamente si no; ocurre deformación de frutos y caída de frutos. En términos generales se consideran que se necesitan por lo menos 500 mm anuales de lluvia para poder realizar un cultivo hortícola sin necesidad de regar.

El agua es necesaria en el suelo en condiciones de disponibilidad para las plantas. Su exceso o defecto puede adquirir el carácter de limitativo para las mismas. El agua del suelo es imprescindible para que ocurran las condiciones físicas, químicas y biológicas que determinan su formación y evolución (FCA, 2019).

Algunos conceptos básicos que deben manejarse en riego son:

- **Capacidad de campo (C.C.):** Es el contenido de humedad que permanece en el suelo 2 o 3 días después de una lluvia o riego intenso, cuando el drenaje vertical ha reducido la humedad del suelo.
- **Punto de marchites permanente (P.M.P.):** Contenido de humedad que tiene un suelo, retenido tan fuertemente que las raíces de la planta no pueden extraerla con el grado que requiere para conseguir su crecimiento.

Otro punto a tener en cuenta es ver el estado del agua en el suelo, esta puede ser:

- **Agua capilar:** Es el agua contenida en los micro poros.
- **Agua pelicular:** El agua puede agregarse en sucesivas capas, cada una de ellas ligada más débilmente que la anterior.
- **Agua libre:** Es la que se encuentra poco retenida.

3.1.9.4. Cuidados de cultivo

Nuez et al., (1996), aconseja que los riegos son necesarios para alcanzar buenos rendimientos y óptima calidad de frutos. Se debe manejar con precaución este recurso, ya que el exceso del mismo especialmente en suelos arcillosos o con drenajes deficientes, pueden provocar asfixia radicular y ataque de hongos a la altura del cuello.

FDTA (2007), manifiesta que el cultivo requiere de mayor humedad en el período de desarrollo vegetativo, especialmente cuando tienen que cuajar las vainas y alcanzar un buen desarrollo. El requerimiento de agua varía según el clima, suelo, estado vegetativo y variedad de ají.

El efecto del déficit hídrico en etapas de desarrollo:

- En el trasplante

- El prendimiento será des uniforme.
- Habrá mayor mortandad de plántulas.
- El desarrollo de las plántulas y la viabilidad es afectado.

- Floración

Es el período más sensible desde el punto de vista de riego, ya que durante este período un déficit hídrico provocará caída de flores y vainas cuajadas, traduciéndose en grandes pérdidas de producción. El porcentaje de pérdida en cada corte será el siguiente:

- Primera floración, equivale a un 20% de la producción.
- Segunda floración, equivale a un 70% de la producción.
- Tercera floración, equivale a un 10% de la producción.

Después de la tercera floración suplementar con 2 riegos más para que el resto de las vainas alcancen la madurez fisiológica.

SCRIBD (2019), argumenta que con la ventilación podemos regular dentro de ciertos límites las condiciones de temperatura y humedad relativa de los invernaderos siendo su manejo especialmente necesario en las siguientes condiciones:

- Cuando la humedad relativa del invernadero sea muy elevada sobre todo después de épocas de lluvias prolongadas.
- Cuando se produzcan excesos de temperatura.
- Cuando aparezcan focos de enfermedades criptogámicas de Botrytis.
- Cuando se utilicen plásticos especiales, como los termos aislantes, con los que se alcanzan temperaturas más elevadas en el interior del invernadero.

3.1.9.5. Escarda

FCA (2012), explica que es aquella operación que se realiza a una profundidad variable (depende del cultivo y del suelo) entre 8 y 12 cm, para eliminar malezas y remover la tierra, mejorando de esta forma la granulosis, aumentando el contenido de aire y la meteorización necesaria para activar las reacciones del suelo y con ello la descomposición de las sustancias orgánicas. Se utilizan máquinas que remueven el suelo por medio de elementos cortantes dispuestos más o menos verticalmente, ya sean:

- Manuales: escardillo, zapines, zapas, etc.
- De tracción mecánica o animal: carpidores, cultivadores, etc.

3.1.9.6. Aporque

Mamani (2014), menciona que los aporques alejan la humedad del cuello de la planta, evitando el ataque de hongos y además facilita la formación de raíces adventicias y el anclaje de la planta.

SCRIBD (2019), destaca que conforme va desarrollando la planta conviene realizar el aporque de la planta el cual consiste en que al mismo momento que se hace la eliminación de malezas y arreglo de surcos se incorpora la tierra al cuello de la planta y así profundizar los surcos para que al momento se realizar el riego; la humedad se profundice y no este superficial; con ello se induce a que las raíces profundicen y así la planta esté bien vigorosa. Los aporques deben coincidir conjuntamente con la aplicación adicional de fertilizantes.

CENTA (2012), considera en depositar suelo alrededor del cuello de la planta, en forma mecánica o manual. El objetivo es proporcionar aireación y mayor anclaje al sistema radicular. Esta labor se recomienda hacerla en terrenos de poca pendiente, ya que involucra la remoción de una importante cantidad de suelo. El momento aconsejable para hacerlo es después de la fertilización al suelo, pues ayuda a incorporar el fertilizante al mismo.

3.1.9.7. Prevención fitosanitaria

SCRIBD (2019), indica que durante el desarrollo del cultivo se presentan plagas que según su estado de desarrollo se pueden presentar si no se hace un buen manejo del cultivo o no se realizan aplicaciones preventivas.

a) Insectos Plaga

BOTANICAL (2019), define que los insectos se consideran o no plagas dependiendo de su densidad de población, así como de los daños que provocan en relación a los intereses humanos. El daño de los insectos plaga sobre las plantas pueden ser

directos, cuando el insecto se alimenta de la planta, como la mosca de la fruta o indirectos, cuando transmiten enfermedades a la planta a través de sus picaduras.

b) Enfermedades

BOTANICAL (2019), menciona que son microorganismos que afectan al crecimiento y desarrollo normal del cultivo, los mismos son provocadas por el exceso, ausencia o deficiencia de varios factores como: temperaturas altas o bajas, deficiencias nutricionales, fito-toxicidad de algunos productos, falta de agua o exceso, infección de una planta a otra.

c) Virus

SINALOA (2019), indica que son agentes infecciosos causantes de enfermedades de diversos organismos vivos. La palabra virus de origen latino y significa pus o veneno. Los virus son partículas compuestas por ácido nucleico (AN) y proteína, de tamaño sub microscópico, son parásitos obligados que solo se multiplican en el interior de las células del hospedante.

Los virus no son células ni están constituidas por ellas, pero se propagan al obligar a la célula vegetal a que los multiplique utilizando su propia energía y maquinaria fotosintética. A consecuencia de lo anterior el metabolismo de las células vegetales se altera a tal grado que las plantas enferman (SINALOA, 2019).

FDTA (2007), considera uno de los problemas más importantes que afecta al cultivo desde temprana edad. Hasta la fecha no reconoce un control eficiente cuando la planta ya está infectada. La planta empieza a enrollar desde el ápice, las hojas se tornan cloróticas con manchas blanquecinas de forma irregular y en poco tiempo se presenta necrosis. Las plantas enfermas forman escasas flores y muestran poco desarrollo de la parte subterránea.

d) Malezas

INFOJARDIN (2014), indica que la maleza es una planta que crece en forma espontánea y compite con las plantas de un cultivo: por los nutrientes, el agua, por la luz y espacio necesario para los cultivos, además sirven de hospedero para la

proliferación de patógenos e insectos dañinos afectando en el rendimiento de la calidad de los cultivos y causando pérdidas al productor.

3.1.9.8. Control de las plagas

PLAGBOL (2019), manifiesta en aprovechar las propiedades que tienen algunas plantas o productos para eliminar o prevenir el ataque de insectos plaga y hongos.

Entre los productos más importantes, que además están permitidos por la agricultura ecológica se encuentran los: biopesticidas, caldo bordelés, biosulfocal y otros.

Para lograr buenos resultados en el control de plagas y hongos es necesario echar al biopesticida por lo menos un litro de agua jabonosa.

3.1.9.9. Tutorado

CENTA (2012), indica que las labores de tutorado se realizan para proveer a la planta un soporte o punto de apoyo a medida que avanza en su crecimiento. Esto es especialmente importante en variedades o híbridos cuya altura supera los 1,2 m de altura, ya que la carga que producen es capaz de agobiar a la planta misma.

3.1.9.10. Cosecha

Petoseed (1990), indica que la paprika constituye un alimento básico de la población indígena. El tiempo de vida de la planta es alrededor de 17 semanas. Se puede cosechar cada dos semanas durante dos meses.

3.1.10. Requerimientos nutricionales de la paprika

Paye (2005), menciona que se requiere ciertos nutrientes minerales esenciales para el crecimiento y desarrollo del cultivo, los cuales son esenciales para la floración, fructificación y calidad del fruto, un elemento mineral es esencial, si la planta, ante la falta, no puede completar su ciclo de vida, porque el elemento faltante es parte del metabolismo de la planta.

3.2. Sistema de riego localizado

ADENEA y WWF (2005) sostienen que, los sistemas localizados de riego se moja parte del suelo próxima a la planta, el agua a baja presión llega mediante tuberías hasta la

planta, Su objetivo es realizar pequeñas aportaciones de agua, de manera continua y frecuente, en un lugar próximo a la planta humedeciendo solo parte del volumen del suelo, aunque existen diversos sistemas de riego localizado (micro aspersión, cintas de exudación) el ejemplo más típico es el conocido como riego por goteo.

3.2.1. Riego por goteo

Céspedes (2013), sostiene que se denomina riego por goteo por la aplicación de agua por dispositivos gota a gota mediante un flujo continuo, El riego por goteo es agrupado en los sistemas de riego que aplican agua en un caudal no mayor a los 16 L/h por punto de emisión.

El riego por goteo, el agua es conducido hasta el pie de la planta mediante una red de tubería a baja presión. La liberación de agua al suelo es efectuada puntualmente a través de goteros, en forma de gotas en caudales reducidos de (1 a 10 L/h) y a presiones bajas de 0 a 20 mca, La cantidad de agua aplicada es muy bien controlada (Chipana, 1996).

Sin duda alguna, hoy en día el riego por goteo es considerado como el mejor sistema para regar cultivos leñosos permanentes y para cultivos hortícolas de alto valor (ADENEA y WWF ,2005)

3.2.2. Características del riego por goteo

A continuación, se describe las características del riego por goteo descritas por Valdez (2008).

- **Bulbo de humedecimiento.** El agua se aplica en forma puntual, la infiltración en el terreno se da en dirección horizontal. La forma que se observa en la parte humedecida es denominado bulbo que presenta diferentes formas según el tipo de textura, suelos pesados (arcillosos) presentarán un bulbo más ancho, suelos ligeros (arenosos) lo tendrán de forma alargada profunda.

- **Localización.** El suelo no es mojado en su totalidad. En la parte húmeda la planta concentra sus raíces, como el área que cubre es menor diámetro, el abonado deberá ser adecuado para responder a las extracciones de los cultivos.

- **Cantidad y tiempo de riego.** A mayor cantidad de agua y tiempo de riego, el bulbo se hace mayor hasta un cierto límite. El exceso de agua podría perderse sin aumentar la superficie humedecida en suelos muy permeables (arenosos y pedregosos), si quiere emplear goteros deberán estar a menos de un metro, siendo preferible las mangueras o cintas.

3.2.3. Ventajas y desventajas del riego por goteo

Las principales ventajas descritas por Céspedes (2013), con respecto a los sistemas de riegos tradicionales son las siguientes:

- Mejor aprovechamiento del agua.
- Posibilidad de utilizar agua con un mayor índice de salinidad.
- Mayor uniformidad del riego.
- Mejor aprovechamiento de los fertilizantes.
- Aumento de la cantidad y calidad de las cosechas.
- Menor infestación por malas hiervas.
- Posibilidad de aplicación de fertilizantes, correctores y pesticidas con el agua de riego.
- Facilidad de ejecución de las labores agrícolas, al permanecer seca una buena parte de la superficie del suelo.
- Ahorro de la mano de obra.

A su vez el mismo autor indica que los inconvenientes son:

- Se necesita un personal más calificado.
- Hay que hacer un análisis inicial del agua.
- Cuando se maneja mal el riego existe probabilidad de salinización del bulbo húmedo.
- Hay que vigilar periódicamente el funcionamiento del cabezal y de los emisores, con el fin de prevenir las obstrucciones.
- Es preciso hacer un control de las dosis de agua, fertilizantes, pesticidas y productos aplicados al agua de riego.

Las grandes ventajas que aporta el sistema de riego compensan sobradamente los inconvenientes citados, por otra parte, puede tener una solución relativamente simple. El costo inicial se puede amortizar en poco tiempo y la obstrucción de goteros se puede evitar si se sigue una tecnología de fertirrigación adecuada (Fuentes, 1998).

3.2.4. Componentes del riego por goteo

- **Bomba.** Cadahia (2000), menciona que la bomba constituye un regulador de presión, un tanque de dilución de nutrientes, filtros y medidor de flujo, que se utilizan conjuntamente con una configuración de tubos principales y laterales, se proporciona una cantidad de emisores para cultivos de huertas, la aplicación más eficiente del agua de riego en situaciones específicas del cultivo y suelo.

- **Cabezal de riego.** Un cabezal de riego es el conjunto de dispositivos situado aguas arriba de toda instalación de riego localizado, con las misiones de medir el agua, incorporar elementos fertilizantes, filtrar, regular presiones y llevar a cabo los programas de riego establecidos (Cadahia, 2000).

- **Sistema de filtro de anillas.** Están formados por un elevado número de discos de material plástico, en contacto con unos con otros y comprimidos en cuyas caras se han practicado ranuras a las que corresponde un número de mesh. El agua entra en dirección axial por el orificio central de los discos y sale en sentido radial por lo que pueden definirse como un filtro de malla con un espesor del elemento filtrante muy grande Su limpieza se realiza con agua de presión una vez sueltos los discos (Cadahia, 2000).

- **Tuberías y clases de tuberías.** Las tuberías empleadas normalmente en el riego localizado son PVC (poli cloruro de vinilo) y PE (polietileno) donde los fabricantes de estas tuberías deben proporcionar datos de presión específica de trabajo (valor de la presión interna máxima a la que en servicio puede estar sometida la tubería, diámetro exterior, diámetro interior medio y espesor) (Chipana, 1996).

a) Tubos de polietileno (PE). Los tubos de polietileno se pueden instalar al aire libre ya que son flexibles y menos frágiles que las tuberías de PVC, normalmente para las líneas laterales se emplean tubos de polietileno (Chipana, 1996).

b) Tubos de cloruro de vinilo (PVC). Son tubos plásticos rígidos fabricado a partir de una materia prima compuesta esencialmente de resina sintética de PVC técnico, mezclado con la proporción mínima indispensable de aditivos colorantes, estabilizantes y lubricantes, en todo caso exento de plastificante y materiales de relleno (Rodrigo, 1997).

- **Accesorios.** Los accesorios permiten conectar perfectamente toda la red y situar en posición definitivas todos los puntos, que son conectados por medio de presión o abrazaderas (Medina, 1988).

- **Emisores.** Los emisores son los dispositivos que controlan las salidas del agua, en puntos continuas o discretas (López, 1997). Los distintos tipos de emisores utilizados en riego por goteo deben presentar una elevada uniformidad de caudal siendo que no se debería superar el 10 % de diferencia de caudal, entre el gotero de máxima y el de mínima en condiciones ideales. Las variaciones de caudal se darán por dos motivos, el coeficiente de variación (atribuidos a defectos de fabricación) y el coeficiente de uniformidad (atribuidos a la instalación) (Moya, 1998).

- **Cintas de riego.** La colocación de estos tubos o cintas es muy sencilla y rápida, en virtud de la gran longitud de los rollos.

Se emplea por su bajo costo, en cultivos de marco de plantación muy estrecho que pueden persuadir una gran densidad de goteros, en general son bastante sensibles a las obstrucciones ya que cuentan generalmente con orificios de salida de diámetro inferior a 1mm, trabajan a presiones inferiores a los 10 mca (López, 1997).

3.3. Fertirrigación

La fertirrigación consiste en proporcionar a la planta el fertilizante disuelto en el agua de riego, distribuyéndolo uniformemente, para que prácticamente cada gota de agua contenga la misma cantidad de fertilizante (Bello, 2000).

La fertirrigación es una técnica de aplicación de abonos disueltos en el agua de riego a los cultivos. Resulta un método de gran importancia en cultivos regados mediante sistemas de riego localizado (goteo), aunque también se usa, en menor medida, en sistemas de riego por aspersión (equipos pivote y cobertura total). La diferencia

principal entre estos sistemas es que en el riego localizado no se moja toda la superficie, mientras que esto sí sucede en riego por aspersión (SIAR, 2005).

3.3.1. Ventajas e Inconvenientes de la Fertirrigación

SIAR (2005), menciona las ventajas e inconvenientes de la fertirrigación. Entre las ventajas más resaltantes de la fertirrigación son:

- Dosificación racional y ahorro de fertilizantes.
- Ahorro considerable de agua.
- Ahorro de mano de obra.
- Mejor asimilación y rapidez de actuación de los fertilizantes.
- Utilización de agua de riego de baja calidad.
- Nutrición optimizada del cultivo, por lo tanto, aumento de rendimiento y calidad de la cosecha.
- Control de la pérdida de nutrientes y de la contaminación con un buen manejo.
- Mejor distribución (tanto en la superficie como en el perfil del suelo, ocupando los nutrientes todo el bulbo húmedo creado por el emisor).
- Alternativas en la utilización de diversos tipos de fertilizantes: simples y compuestas.
- Automatización de la fertirrigación.

Entre los inconvenientes destacados son:

- Costo inicial de infraestructura (instalaciones y equipos).
- Utilización de fertilizantes adecuados con propiedades específicas (Solubilidad, pureza, etc.).
- Necesidad de un sistema de riego con buena uniformidad para garantizar la correcta distribución en el suelo.
- Obstrucción de goteros.
- Manejo por personal especializado.

Las grandes ventajas que aporta el sistema de fertirrigación compensan sobradamente las desventajas (Cadahia, 2000).

3.3.2. Sistemas de riego para fertirrigación

- **Riego por aspersión.** En este método de riego es posible la aplicación de fertilizantes especialmente los abonos nitrogenados, en lo que se puede alcanzar una distribución uniforme y satisfactoria y un control suficiente de la penetración del nitrógeno en profundidad, de modo se evita el riesgo de lavado (Domínguez, 1996).

- **Riego localizado.** Este sistema de riego es apropiado para la fertirrigación en su más amplio sentido, ya que permite mantener la humedad en una zona limitada en disposición de las raíces y la concentración de elementos nutritivos óptimas para el desarrollo del cultivo (Domínguez, 1996).

3.3.3. Métodos de inyección de fertilizantes por riego localizado

Una unidad básica de fertirrigación debe constar de un inyector de fertilizante y un tanque de mezcla de fertilizantes, preferentemente de material plástico (el hierro o acero sufre una corrosión muy rápida), para aportar el abono líquido o, en su caso, preparar la disolución con abonos solubles. También es necesario un agitador, una válvula de control y un filtro. Dependiendo del sistema de fertirrigación, se pueden requerir equipos adicionales como válvulas, reguladores de presión, bombas mezcladoras.

a) Tanques de fertilización.

Son depósitos herméticamente cerrados, metálicos o plásticos reforzados con fibra de vidrio, donde se introduce la solución fertilizante, cuando circula una fracción del caudal entrante es similar al saliente (Cadahia, 2000).

El tanque de fertilización apareció en el mercado y es muy útil en parcelas pequeñas, o en su caso se puede utilizar un simple bidón plástico colocado a una altura superior. Las ventajas son de un sistema cómodo y barato (Moya, 1998).

b) Sistemas de inyección. Los más comunes son los siguientes:

- **Bombas de inyección o dosificación hidráulica.** Consiste en una bomba de pistón o de diafragma (membrana), que forma la solución madre líquida en un depósito sin presión y lo inyecta con presión a la red, puede ser aplicado por un motor eléctrico

(dosificador eléctrico), Los dosificadores mantienen la concentración constante de abono durante todo el tiempo de riego.

Son de pistón y funcionan aprovechando la presión del agua, provocando mayor movimiento del pistón que inyecta el abono líquido (Moya, 1998).

Las ventajas de este sistema son las siguientes; Permite un control sencillo de la dosis y del tiempo de aplicación, siendo fácil de automatizar, es portátil.

Sus inconvenientes; Su instalación es más compleja y costosa que la de otros sistemas, ya que los elementos de la bomba en contacto con el fertilizante han de ser de acero inoxidable, plásticos, etc., para que sean resistentes a la presión, al desgaste y a la corrosión, Puede ser necesaria una fuente adicional de energía eléctrica.

- **Inyector venturi.** Su funcionamiento se basa en el efecto Venturi, que consiste en producir un estrechamiento en el flujo principal del agua para causar una depresión. Ésta resulta suficiente para succionar la solución química desde un depósito abierto hasta dicho flujo. El Venturi se instala en un by-pass del circuito principal para poder regular el caudal succionado.

De las ventajas que presentan son; es un sistema simple, es fácil de instalar, no tiene partes móviles y es particularmente conveniente para parcelas pequeñas o en caso de no disponer de energía eléctrica.

Los Inconvenientes frecuentes son; para que funcione el sistema se ha de producir una pérdida de carga (hasta 1 kg/cm²). Aunque se puede modificar el flujo en el Venturi por medio de válvulas, el caudal inyectado es muy sensible a la variación de presión en el sistema.

- **Tanque de by-pass de flujo.** Se basa en la inyección del fertilizante al flujo principal por medio de un depósito cerrado, con fertilizante en disolución, colocado en paralelo al mismo por medio de una derivación o by-pass. Introduciendo una válvula o un diafragma aforador en la conducción principal, en el tramo afectado por el by-pass, se produce una diferencia de presión entre la entrada y la salida del depósito que provoca el paso de parte del flujo de agua por el depósito, arrastrando el fertilizante.

El principal inconveniente de este sistema es que casi la totalidad del fertilizante se aplica al principio del riego, pues cada vez se encuentra más diluido en el depósito. Además, el depósito de fertilizante ha de rellenarse en cada riego.

Sus ventajas son coste reducido, carece de partes móviles y no precisa de una fuente adicional de energía.

La elección final del equipo de inyección dependerá de su vida útil (en función del tipo y calidad de los materiales), del caudal que es necesario inyectar, de la disponibilidad de energía eléctrica y de la precisión que se requiera en la dosificación de los fertilizantes.

3.3.4. Fertilizantes apropiados para la fertirrigación

Deben considerarse cuatro factores principales al elegir fertilizantes para fertirrigación (Kafkafi, 2005):

- Tipo de cultivo y estadio de crecimiento
- Condiciones del suelo
- Calidad de agua
- Disponibilidad y precio del fertilizante

El tipo de fertilizante para fertirrigación debe ser de alta calidad y contener bajos niveles de sales y un pH aceptable, y adecuarse al programa de manejo del establecimiento.

Aspectos para el empleo de fertilizantes:

- **Solubilidad.** Interesa disponer de productos de alta solubilidad, teniendo en cuenta la compatibilidad con otros abonos y con la propia agua de riego.

Fuentes (1998), indica que todos los fertilizantes utilizados en fertirrigación deben tener un grado de solubilidad que impida las obstrucciones con partículas sólidas sin disolver.

- **Grado de pureza.** Fuentes (1998), también señala los fertilizantes utilizados en fertirrigación deben tener un alto grado de pureza para evitar sedimentos o precipitaciones que obstruyen la obstrucción, hay que evitar la incorporación de

elementos tóxicos o no deseables (como cloro, sodio y excesos de magnesio), que se añaden al agua de riego pueden llegar a dosis perjudiciales para el cultivo.

Hay que utilizar productos con la mayor pureza posible, pues las sales a veces contienen materias inertes que pueden producir reacciones imprevisibles, e incluso provocar obturaciones en los sistemas de riego.

- **Acidez.** Otro aspecto a tener en cuenta en la fertirrigación es la modificación del pH del agua al incorporar los fertilizantes, al ser estas sales muy disociables (excepto el caso de la urea) influyen en el pH, aumentando en algunos casos y disminuyendo en otros, (Fuentes, 1998).

- **Compatibilidad de las mezclas.** Hay que evitar las reacciones químicas en donde se originan productos sólidos insolubles, tomando en cuenta el antagonismo entre iones (Fuentes, 1998).

- **Salinidad y toxicidad.** Al calcular la dosis no se deben superar los valores admisibles de salinidad. Igualmente ocurre respecto a la toxicidad de ciertos iones.

3.4. Ambientes Atemperados

Los ambientes atemperados o invernaderos son ambientes que crean microclimas aptos para el desarrollo de los cultivos, que de otra manera no se desarrolla a la intemperie (Porco y Terrazas, 2009).

Si bien tenemos una carpa de la dimensión que veamos conveniente, el espacio utilizado para cultivos debería ser por lo menos del 70% o aproximarse a este porcentaje, si el área utilizada fuera de 60%, o menor se estuviese perdiendo espacio y efectividad en la producción, por tal razón no sería rentable.

Desde el punto de vista técnico productiva ayudan a prolongar la época de producción agrícola durante el año y combaten a la dureza climática. Posibilita el cultivo de especies agrícolas en una estación no adecuada para la zona.

3.4.1. Características Generales

Los ambientes atemperados presentan algunas características generales que son:

- **Orientación.** Flores (1996) indica que, un ambiente atemperado debidamente orientado permitirá captar la mayor concentración de luz y temperatura, durante mayor tiempo, lo que favorecerá obtener cultivos y plantas con un buen desarrollo vegetativo obteniendo excelentes resultados.

- **Cubiertas.** Hartman (1990), desde el punto de vista técnico la transparencia de los materiales de recubrimiento debe ser una de las características más importantes a considerarse, al elegir el techado, ya que de ella dependen las condiciones para el desarrollo de las especies cultivadas, entre los mismos tenemos vidrio, calamina plástica y polietileno Agro film, este último resulta la cubierta más económica y de mayor difusión.

- **Variables micro Climáticas en Ambientes Atemperados.** Los parámetros físicos juegan un papel dominante y no son independientes entre sí, en cuanto intervenimos para modificar uno, los otros pueden verse afectados, entre los mismos tenemos a la temperatura, humedad, luminosidad y ventilación (FAO, 2004).

a) Temperatura. Hartman (1990), la temperatura interior de un ambiente protegido depende en gran parte del efecto invernadero. Este se crea por la radiación solar que llega a la construcción y por la impermeabilidad de los materiales de recubrimiento que evitan la irradiación calorífica. La radiación calorífica atrapada es la que calienta la atmósfera interior de la carpa solar.

b) Humedad Relativa. Hartman (1990), la mayoría de las plantas se desarrollan bien en ambientes donde la humedad relativa del aire fluctúa entre 30 y 70%; debajo de 30%, las hojas y tallos se marchitan, con humedad por encima de 70%, la incidencia de enfermedades es un serio problema.

c) Luminosidad. En los cultivos bajo invernadero deben cuidarse los mínimos de intensidad luminosa, así como el número de horas necesario con ese mínimo de intensidad, para un correcto crecimiento de nuestro cultivo o floración, dado que en el interior del invernadero tendremos menor iluminación, por la absorción de la cubierta y lo habitual empañado de humedad en el interior de la misma (Alpi, 1991).

d) Ventilación. Bernat (1987), es el procedimiento de renovar el aire dentro del recinto del invernadero con lo cual actuamos simultáneamente sobre la temperatura, la humedad relativa y el porcentaje de dióxido de carbono y de oxígeno en el recinto, por estas razones, la ventilación puede ser natural o forzada.

3.5. Abonos orgánicos líquidos

Abono líquido o biofertilizantes o biopreparados, se originan a partir de la fermentación de materiales orgánicos, como los estiércoles de animales, restos vegetales, frutos, etc. La fermentación puede ocurrir con la presencia de oxígeno o sin la presencia de oxígeno. Originándose de la intensa actividad de los microorganismos que transforman los materiales orgánicos (Restrepo, 2002).

3.5.1. Tipos de Fertilizantes Líquidos

3.5.1.1. Según el tipo de absorción de la planta

Calvo (2020), menciona los siguientes tipos de absorción:

-Fertilizantes líquidos de absorción radicular: Son aquellos fertilizantes que se aplican al suelo para que la planta los pueda absorber por las raíces. Se pueden aplicar tanto en fondo (suelo sin cultivo) como en cobertera (encima del cultivo) pero en ambos casos el objetivo es que el líquido fertilizante llegue al suelo.

-Fertilizantes líquidos de absorción foliar: Son aquellos fertilizantes pensados para que la planta los absorba por las hojas en estadios avanzados del cultivo. En este caso se aplican con intención que el producto entre en contacto con las hojas.

Es muy común que estos fertilizantes lleven poca cantidad de nitrógeno y estén complementados con aminoácidos libres y otros nutrientes como boro, molibdeno, azufre o potasio para mejorar la floración y cuajado de los frutos. Algunos, incluso, llevan materia orgánica disuelta, son los denominados abonos órgano-minerales.

3.5.1.2. Según el tipo de Presentación

Calvo (2020), menciona los siguientes tipos de presentación de fertilizantes:

-Suspensiones o mezclas: En este tipo de fertilizante líquido encontramos abono sólido, normalmente en polvo, disperso por un medio líquido, pero no disuelto del todo. Esto hace que el abono pueda no ser homogéneo y que se pueda aposentar el sólido en la parte baja del depósito. Necesita de agitación constante.

-Soluciones: Es el tipo de fertilizante líquido más común. Se trata de elementos sólidos que se han disuelto completamente en un medio líquido y de forma homogénea. Estas soluciones pueden tener diferentes grados de pH (ácido, básico y neutro) y la composición que deseamos.

3.5.2. Infusión de cáscara de plátano

Frito (2014), sostiene que, este abono orgánico líquido se suele utilizar como un abono de floración, y que en ciertos casos incluso puede acelerar las cosechas, también sostiene que el té de cáscara de plátano es rico en potasio el cual contribuye a la floración y fructificación de la planta.

El té de cáscara de plátano es un abono ecológico rico en potasio muy fácil de hacer en casa, el mismo que se puede emplear disuelto en el agua de riego una vez superada la fase de germinación y desarrollo, pues nuestros cultivos en maceta van agotando los nutrientes de su suelo y pronto necesitan un aporte extra para continuar con su correcto desarrollo y fructificación (Ecoagricultor, 2014).

Para la preparación de la solución de cáscara de plátano se usaron 5 cáscaras de plátano maduro por cada litro de agua, las cascaras fueron picadas para luego hervidas en un recipiente por un tiempo determinado luego dejamos que se enfríe y regamos las plantas con la ayuda de una bomba mochila (Diestra, 2017).

3.6. Evaluación económica

3.6.1. Rendimiento

El concepto de rendimiento se refiere a la producción o la cantidad que se ha obtenido en el tiempo y espacio, es expresado generalmente en volumen obtenido por unidad de superficie, como toneladas por hectárea (Ortiz, 1992 citado por Choque, 2005).

3.6.2. Beneficio Bruto

Álvarez y Chang (1990), citado por Choque (2005), señala que el ingreso o beneficio de la producción resulta de la multiplicación de la cantidad producida de un bien por su precio de venta, el resultado obtenido de esta manera se denomina beneficio bruto (BB) o ingreso bruto.

3.6.3. Beneficio neto

El beneficio neto o ingreso neto, el cual es la ganancia obtenida de la actividad o proyecto realizado y está dado por el beneficio bruto (BB) menos los costos totales variables (CT) de producción; que son los capitales que varían cada gestión agrícola.

a) Costos totales variables (CTV)

Es la adición de todos los costos variables de capital como semilla, estiércol, transporte, yunta, mano de obra y otros.

b) Relación beneficio/costo (B/C)

Mokate (1998), citado por Choque (2005), menciona que la relación beneficio/costo (B/C) muestra la cantidad de dinero actualizado que recibirá el proyecto por cada unidad monetaria invertida. Se estima dividiendo el beneficio bruto (BB) entre el costo total (CT).

$$\frac{B}{C} = \frac{CTV}{BN}$$

Donde:

B/C= Beneficio Costo

CTV= Costos Totales Variables

BN= Beneficio Neto

-Beneficio Bruto

$$BB = R * P$$

Donde:

BB = Beneficio Bruto

R = Rendimiento

P = Precio

-Beneficio Neto

$$BN = BB * CTV$$

Donde:

BN= Beneficio Neto

BB= Beneficio Bruto

CTV= Total de costos variables

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Localización

4.1.1. Ubicación geográfica

El presente estudio se realizó en los predios del Centro Experimental de Cota Cota dependiente de la Facultad de Agronomía, de la Universidad Mayor de San Andrés, el cual se localiza en el Municipio de nuestra señora de La Paz, que se encuentra ubicada en la Provincia Murillo del departamento de La Paz, registrada a unos 15 km de la ciudad de La Paz. Geométricamente situado a $16^{\circ}32'04''$ de latitud Sur y $68^{\circ}03'44''$ de longitud Oeste a una altitud de 3445 msnm (I.G.M., 2006).

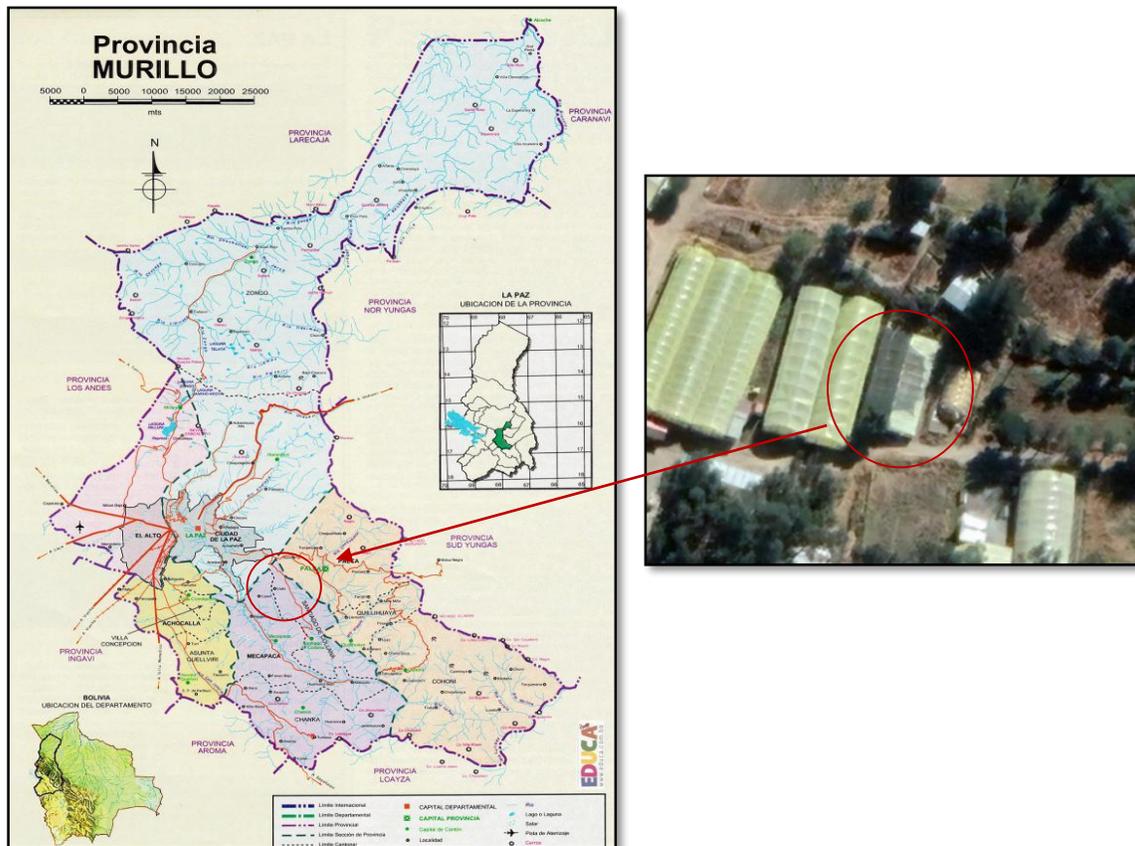


Figura 1. Localización geográfica del experimento, Fuente; EDUCA (2016).

4.1.2. Características Edafo - Climáticas de la zona

- **Clima.** La zona de estudio presenta condiciones climáticas que son de cabecera de valle los veranos son calurosos, una temperatura media anual de 11.5°C , con heladas

muy frecuentes a partir del mes de abril hasta agosto, en la época invernal la temperatura puede bajar hasta 2 °C e incluso llegar a temperaturas por debajo de 0 °C, las heladas se manifiestan en 15 días del año, las temperaturas máximas se registran en los meses de octubre y noviembre que alcanzan 22.5 °C, las temperaturas mínimas alcanzan su máximo valor en los meses de junio y julio llegando a registrar - 0.6 °C, en los meses de agosto y noviembre se presentan vientos fuertes con dirección al este, la precipitación media anual es de 447 mm, con una distribución de las lluvias de enero a marzo disminuyendo los meses de abril a diciembre. La humedad relativa esta alrededor de 40 % (SENAMHI., 2015).

- **Suelo.** La zona presenta suelos superficiales, de formación coluvial sedimentaria con problemas de drenaje interna de textura franco arcillo limoso, limitados por el contacto lítico, con muy poco desarrollo genético. Es de textura arcillosa. Presenta grava, grava pequeña y regular materia orgánica. Los suelos de la planicie son más profundos (0.20 - 0.40 m) aptos para agricultura intensiva. Existe menor proporción de terrazas naturales formadas a niveles anteriores a la planicie; y generalmente son destinadas a la explotación agrícola.

- **Suelo del ambiente atemperado.** Los suelos son franco arcilloso a franco arcillo limoso, con pH ligeramente ácido a neutro (6.4), con una conductividad eléctrica baja (740 μ S/cm) es decir no salino, con alta porosidad y elevada aeración, permite una mayor infiltración del agua y su almacenamiento, con un alto bajo riesgo de erosión. La capa arable es poco profunda estos suelos son muy aptos para el cultivo intensivos, suelo susceptible a la floración de sales.

- **Flora y fauna.** Está comprendida por especies cercanas al predio experimental como; árboles como ser Eucaliptos, Pinos, Ciprés. Arbustos: Acacia, Retama y Chilca entre otros. El centro experimental se dedica a la producción agrícola, pecuaria (ganado menor) y apícola (Rivera, 2015).

La producción agrícola se realiza a campo abierto mediante la rotación de cultivos y comprende: maíz, papa, haba, arveja, cebolla, betarraga entre otros. En ambiente protegido (carpas solares) la producción es hortifrutícola: frutilla, pepinillo, tomate,

lechuga y otros de acuerdo a los trabajos de investigación que se desarrollen (Rivera, 2015).

La producción pecuaria comprende la crianza y manejo de aves (gallinas ponedoras, pollos de engorde y codornices), cuyes, conejos (Rivera, 2015).

4.1.3. Descripción del ambiente atemperado

La presente investigación se realizó en un ambiente atemperado (carpa solar), perteneciente al Centro Experimental de Cota Cota, con el objetivo de controlar las características ambientales del lugar con el propósito de satisfacer de alguna manera las necesidades que requiere este cultivo.

Este ambiente es una carpa solar, con un armazón de madera, cubierta con agro film incluyendo las paredes laterales y frontales, presenta dos ventanas laterales de 16 m de largo y una ventana trasera de 10 m por 1 m de alto que se encuentran a 1 m de distancia del suelo, donde se registraron temperaturas máximas en promedio por encima de los 43 °C, Como también temperaturas mínimas en promedio por debajo de los 1.1 °C.

4.2. Materiales de estudio

Para el eficaz desarrollo de la presente investigación se empleó una serie de materiales las cuales se describen a continuación.

4.2.1. Material biológico

El material biológico empleado en el presente trabajo es descrito a continuación en el Cuadro 3. Las semillas de tres variedades de Paprika con altos poderes germinativos, las cuales se utilizaron cantidades variables, fueron obtenidas en semillerías de la Ciudad de La Paz - Bolivia.

Cuadro 3. Variedades de Paprika empleadas en el experimento.

Variedades	Porcentaje de pureza	Porcentaje de Germinación	Origen	Cantidad en gramos
<i>Papri king</i>	99.90%	85%	Oregon (USA)	6.76 g
<i>Papri queen</i>	99.90%	85%	Oregon (USA)	5.92 g
<i>Sonora</i>	99.90%	85%	Oregon (USA)	6.50 g

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Las variedades fueron elegidas tomando en cuenta los factores climáticos de la zona y la estación del año, considerando su adaptabilidad a cabeceras de valle, como una alternativa de cultivar todo el año en sustitución a las variedades locales no aptos a temperaturas bajas.

4.2.2. Material orgánico

El material orgánico empleado fue la Infusión de cáscara de plátano seleccionada de acuerdo a la necesidad de nutrientes del cultivo y en base a los análisis del suelo, con la finalidad de cumplir con los requerimientos nutricionales, siendo que los requerimientos del cultivo son de 150-46-152 para un rendimiento promedio de 4 Tm /ha (Rodríguez, 1982).

En el presente estudio se empleó la infusión de cáscara de plátano con las siguientes riquezas.

Cuadro 4. Nutrientes presentes en la infusión de cáscara de plátano.

Infusión de Cáscara de Plátano	Ph en agua 1:5	Nitrógeno total	Potasio intercambiable	Fósforo
8 cáscaras de plátano/1 lt de agua	5.2	22 %	0.51 meq/100g	0.625 ppm

Fuente: Elaboración propia, 2023.

4.2.3. Material de instalación del sistema de riego y accesorios

Los materiales utilizados en la instalación del sistema de riego localizado con fertirrigación son los siguientes:

- Barra de PVC de una pulgada (6 m).
- Tubo de polietileno de una pulgada (3 m).
- Cinta de goteo (120 m).
- Conectores (6 piezas).
- Accesorios diversos: Acoples (2 piezas), "T`s" (2 piezas), Codos (3 piezas), llaves de paso (3 piezas), Tapones de PVC (1 pieza) y Uniones universales (dos piezas).
- Filtro de anillas (dos filtros).
- Cinco baldes (capacidad 20 L) contenedor de infusión de cáscara de plátano.
- Un inyector venturi de 1 Pulgada.

4.2.4. Materiales de campo y herramientas

Los materiales de campo utilizadas en la investigación son:

- Una sierra metálica, una llave inglesa, una llave Stilson, prensa mecánica, una tarraja de una pulgada, pala, picota, rastrillo y chontilla.
- Una broca eléctrica de 1/16 pulgadas.
- Una mochila aspersor de 20 litros (Boquilla tipo abanico).
- Una regadera.
- Letreros de identificación (18 unidades), estacas (6 unidades), flexo metro.
- Mulsh artesanal (40 m lineales).
- Planillas de campo.

4.2.5. Materiales de laboratorio

Los materiales de laboratorio utilizadas en la investigación son:

- Una balanza analítica de capacidad de un kilo.
- Tres análisis de suelo de platabandas.
- Un análisis de infusión de cáscara de plátano.
- Un análisis de agua de grifo.

4.3. Metodología Empleada

4.3.1. Procedimiento Experimental

4.3.1.1. Etapa de Planificación y Preparación

En esta etapa se realizó la identificación del ambiente en el que se efectuó la investigación, optando por la utilización de la carpa de horticultura debido a que contaba con las características ambientales requeridas por el cultivo.

-Selección del Cultivo. Para esta elección se tomó en cuenta datos referenciales de producción de hortalizas en la carpa, siendo así que se eligió Paprika por su buen desarrollo dentro de este ambiente atemperado, también se tomó en cuenta factores edáficos, dimensionamiento, presencia de plagas y enfermedades, etc.

Cuadro 5. Características de selección del Cultivo de Paprika.

Características evaluadas	Parámetro requerido	Parámetro ofertado	Relación obtenida
Temp. máxima tolerable	40 °C	32°C	Tolerable
Temp. mínima tolerable	16°C	18°C	Tolerable
Textura demandada	Franco Arcilloso	Franco Arcillo Limoso	Óptima
Época de siembra	Primaverales	Septiembre- Octubre	Óptima
Humedad requerida	60 %	60%	Óptima
Ph	6.5	6.91	Tolerable
Altitud	00-3500 msnm	3445 msnm	Óptima

Fuente: Nicho, P. 2009.

- **Selección de las Variedades.** Las variedades de Paprika seleccionadas en el presente trabajo de investigación, fueron elegidas en base disponibilidad de comercialización de semillas en el mercado siendo así las seleccionadas las siguientes variedades *Papri king*, *Papri queen* y *Sonora*.

- **Preparación del Terreno.** La preparación del terreno se inició un mes previo a la siembra, las cuales comprendieron desde septiembre a octubre del 2021, el proceso de preparación del terreno inicia con la limpieza del terreno, evitando así residuos de vegetales existentes en el área de estudio, posterior a ellos se realizó la remoción del suelo a una profundidad entre 0.30 a 0.40 m y el mullido de terrones de manera

manual, adicionando una remoción más profunda y más eficiente en la aeración, seguidamente se realizó el volteo del suelo y nivelado del mismo, para poder así formar las platabandas y los pacillos adecuados para el cultivo.

- **Preparación de materiales para la toma de datos.** Se consiguieron con mucha facilidad tales como una cinta métrica, regla, flexo metro, balanza analítica, Vernier y un cuaderno de campo.

4.3.1.2. Etapa de muestreo del suelo y agua

- **Muestreo de suelo.** El análisis físico y químico del suelo, se realizó antes de la siembra y después de todas las cosechas realizadas. Se procedió a realizar un muestreo del suelo, el mismo que se obtuvo tomando pequeñas muestras de toda el área de estudio en forma de zig zag, mezclándolas repetidas veces, seguidamente se procedió a cernir el suelo para evitar la presencia de grava en la muestra, posteriormente cuarteándolas para así obtener una muestra completa y homogénea de suelo, llegando a una profundidad de 0.20 m, obteniendo 1 kg de suelo. Se realizó un total de tres análisis del suelo, uno se realizó previamente al trabajo experimental (01-inicio), transcurrido la actividad experimental se realizó los dos análisis de suelo restantes una la que no fue expuesta al tratamiento sin fertirrigación (SF-00) y la otra a la que estuvo expuesta al tratamiento con fertirrigación (CF-01). Se realizó el estudio de los análisis de suelo para poder determinar la cantidad nutrientes presentes al momento del muestreo, y así poder categorizarlas, como se muestra a continuación en los Cuadros 6 y 7 extraídos de las Figura 13 de Anexo.

Cuadro 6. *Parámetros Químicos del análisis de suelo.*

Parámetros químicos	Unidades	Inicio
Ph en H2O relación 1:5	-	6.91
Conductividad eléctrica	mmho/cm	0.72
Calcio intercambiable	meq/100 gr S.	15.9
Magnesio Intercambiable	meq/100 gr S.	4.08
Potasio intercambiable	meq/100 gr S.	4.3
Nitrógeno Total	%	0.49
Fósforo disponible	ppm	96.4

Fuente: LAFASA - Agronomía (UMSA), 2021.

Cuadro 7. *Parámetros físicos del análisis de suelo realizado.*

Parámetros Físicos	Unidades	Inicio
Densidad Aparente	gr/cm ³	1.12
Arena	%	44
Limo	%	16
Arcilla	%	40
Clase Textural		Arcilloso

Fuente: LAFASA-Agronomía (UMSA), 2021.

Los datos de los análisis de suelo en las diferentes etapas son analizados por parámetros descritos por la FAO (1990) y Chilon (1997) explicados en el Cuadro 31 del anexo se categorizo de la siguiente manera:

Cuadro 8. *Parámetros químicos de los análisis de suelos realizados.*

Parámetros químicos	Código de muestra	Datos	Clasificación
Ph en H₂O	01-Inicio	6.91	Neutro
	SF-00	6.12	Ligeramente ácido
	CF-01	5.63	Moderadamente ácido
Conductividad Eléctrica en Mmhos/cm	01-Inicio	0.72	No salino
	SF-00	1.68	No salino
	CF-01	1.61.	No salino
Nitrógeno total en %	01-Inicio	0.49	Alto
	SF-00	0.43	Alto
	CF-01	0.58	Alto
Fosforo disponible en ppm	01-Inicio	96.5	Alto
	SF-00	59.47	Alto
	CF-01	61.52	Alto
Potasio Intercambiable en ppm	01-Inicio	1681	Alto
	SF-00	598.2	Alto
	CF-01	659	Alto

Fuente: LAFASA-Agronomía (UMSA), 2021 - 2022.

- **Muestreo de agua.** Se realizó el muestreo único de agua, el cual fue obtenido en el sistema de abastecimiento de agua del ambiente, en puntos de emisión de agua, obteniendo así una muestra de un litro de agua. La muestra de agua fue analizada por el Laboratorio de Calidad Ambiental (L.C.A.), dependiente del Instituto de Ecología de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales de la Universidad Mayor de San Andrés.

Los cuales permitieron conocer los nutrientes presentes en el agua, parámetros de salinidad y Ph a continuación, se describe los parámetros estudiados en el análisis químico del agua.

Cuadro 9. *Parámetros químicos del análisis de agua realizado.*

Parámetros Químicos	Unidades	Valor
pH	-	8.3
Conductividad eléctrica	Mmhos/cm	0.076
Cloruros	mgCl/L	1.1
Sulfatos	mg/L	16
Sodio	mg/L	2.7
Potasio	mg/L	0.45
Calcio	mg/L	11
Magnesio	mg/L	2.5
Dureza total	mgCaCO ₃ /L	38
Fosforo total	P-mg/L	<0.010
Nitrógeno total	mg/L	<0.30

Fuente: L.C.A., 2021 – 2022.

Del análisis de agua se analizó con parámetros descritos por la FAO (1985), se interpretan según el potencial en el agua para riego, el nivel de riesgo de salinización del suelo y peligro de taponamiento de emisores según se muestra en el Cuadro 32 y Figura 16 del Anexo, con los cuales se categorizo de la siguiente manera:

Cuadro 10. *Interpretación de los parámetros químicos del análisis de agua.*

Parámetros químicos	Unidades	Valor	Grado de Restricción de uso
pH		8.3	Normal, sin restricción básico
Conductividad eléctrica	Mmhos/cm	0.076	Ninguna Restricción, libre de efecto de salinización
Cloruros	mgCl/L	1.1	Ninguna Restricción
Sulfatos	mg/L	16	Sin riesgo de salinidad
Sodio	mg/L	2.7	Ninguna restricción, sin saturación
Potasio	mg/L	0.45	Contenido bajo
Calcio	mg/L	11	Contenido bajo
Magnesio	mg/L	2.5	Contenido bajo
Dureza Total	mgCaCO ₃ /L	38	Baja posibilidad de taponamiento
Fosforo Total	P-mg/L	<0.010	Bajo Contenido
Nitrógeno Total	mg/L	<0.30	Ninguna Restricción

Fuente: Elaboración propia, 2023.

El anterior cuadro muestra el análisis de agua, la conductividad eléctrica presento un valor de 0.076 Mmhos/cm esto nos muestra que las sales disueltas en el agua no son altos, esto es debido a la baja presencia de sodio de 2.7 mg/L como también de calcio de 11 mg/L. Estos elementos son los que elevan la conductividad eléctrica de tal manera el agua a utilizar es adecuado para los cultivos.

Al respecto Chilón (1997), señala que cuando el agua es baja en sodio, puede utilizarse para el riego en la mayoría de los cultivos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. El valor de pH de acuerdo al análisis de agua es de 8.3 considerada dentro del rango ligeramente básico, para los cultivos es adecuada y sin ningún problema. Paralelo a los análisis de asuelo y agua se realizó la instalación del sistema riego y fertirrigación de manera adjunta.

4.3.1.3. Etapa de instalación de sistema de riego

Paralelamente a los análisis de suelo y agua, se instaló el sistema de riego localizado, tomando en cuenta la superficie experimental y la posición definitiva del conjunto de accesorios: el inyector venturi, filtros, tuberías de polietileno (politubo), diversos (codos, acoples, "T", codos, llaves de paso, tapones de PVC, uniones universales y reductores) y la parte de distribución (cintas de goteo).

- **Instalación del cabezal de riego.** Inicialmente se procedió a unir con una T de 1 pulg. la tubería principal del grifo, uniendo el tubo PVC armando de manera correcta el cabezal utilizando los filtros de anillas de 1 pulg, juntamente con el inyector Venturi que aprovechara la presión del agua circundante en las tuberías, se utilizó 2 llaves de paso, una para la apertura del agua al sistema de fertirrigación y otra de apertura a la salida de únicamente agua cuidando que no se produzca mezclas en cuanto a la infusión de cáscara de plátano con el agua de riego.

- **Instalación de línea principal.** Con el empleo de tubería de PVC de 1 pulgada de diámetro se procedió a la instalación de la línea primaria o principal, la cual obtenía agua potable de una conexión ya existente en el ambiente, con un accesorio "T" se direcciono hacia el lado derecho del ambiente.

La línea principal se instaló perpendicular a los camellones empleados, para conducción de agua al sistema con una barra de 4 metros de extensión hasta un paso de llave empleado para la separación del sistema de fertirrigación, posterior a este se incorporó un accesorio “T” de una pulgada, de este último se logra distribuir tanto el agua como la solución de fertirrigación, la línea principal se conecta con la línea secundaria con una tubería de polietileno de 3 metros.

- Instalación de línea secundaria. A continuación de la línea principal se presentó la línea secundaria (también denominada línea de distribución), ambas líneas unidas por un accesorio “T” de una pulgada.

Para la instalación de esta línea se utilizó una barra de polietileno (PE) de una pulgada, la cual fue el portador de las cintas de agua, y distribuidor de agua y solución de fertirrigación. Después de la instalación de las diferentes líneas y del sistema de fertirrigación se realizó un lavado de la tubería principal y secundario con la presión de la tubería de agua potable para tener cuidado de impurezas que pudiera existir dentro de los tubos, este trabajo se efectuó con la finalidad de garantizar el flujo del agua en los goteros.

- Instalación del sistema de fertirrigación. La instalación del sistema de fertirrigación se dio a continuación del accesorio “T” de la línea principal, para una fácil descripción de la instalación se dividió en cuatro partes específicas las cuales fueron; tuberías y accesorios, inyector venturi, por último, el tanque de soluciones.

- Tuberías y accesorios. Posterior al accesorio “T” de la línea principal se incorporó de manera alterna una barra de polietileno (PE) de 3 m de una pulgada, a continuación, se instaló el filtro de anillas de 80 mesh y de 200 micras con una adaptación de una pulgada de diámetro, al cual se incorporó las cintas de goteo, estas fueron 3 cintas por platabanda.

- Tanque de infusión de cáscara de plátano. El tanque empleado fue de baldes de plástico el cual tenía una capacidad de 20 litros, el cual se ubicó en la parte interna de la carpa de horticultura.

- **Instalación de cintas de goteo.** Se cortaron 6 unidades de cinta de goteo de 20 m de largo, doblado al final en forma de “Z” (que sirve como tapón), las cintas de goteo son conectadas a pasos de agua, Luego de esta operación las cintas de goteo se conectaron al tubo secundario de polietileno perforando con una broca eléctrica de 1/8 de pulgada de diámetro.

Posteriormente se insertó en el orificio el conector con anillo de goma para tener una mejor presión. Los emisores o goteros vienen incorporados en las cintas de polietileno, posteriormente se extendió las cintas con emisores hacia arriba con la finalidad de que no ingresen impurezas como insectos o microorganismos del suelo por medio de los emisores a los conductos pudiendo obstruirse la salida de agua. Existiendo una distancia entre emisores de 15 cm y laterales de 20 cm.

4.3.1.4. Etapa de formulación de solución madre

- **Determinación de dosis de cultivo.** La formulación de la dosis a utilizarse en el experimento se realizó a partir de la metodología planteada por Chilon (1997) y la FAO (1990), los cuales mencionan que para realizar una dosis racional se debe partir de los análisis de suelo, posteriormente se determina la cantidad de nutrientes disponibles por superficie a emplear, a continuación se realiza una relación entre los nutrientes ofertados por el suelo y los nutrientes requeridos por el cultivo en la misma superficie de trabajo, de la relación se determina de manera racional la cantidad de nutrientes a dosificar por un ciclo productivo.

Adoptando de manera precisa la metodología mencionada anteriormente, se procedió al cálculo de la dosis racional de nutrientes basándonos en el análisis de suelo realizado con anticipación, el cálculo es desarrollado en su totalidad en Figura 18 del anexo.

- **Determinación de solución madre.** Tras conocer la dosis racional de nutrientes y la cantidad de Infusión de Cascara de Plátano a emplear se realizó la formulación de la solución madre, observando la cantidad de infusión tolerable por unidad de agua y las aplicaciones posibles expresadas en número de aplicaciones.

4.3.1.5. Etapa de almacigo y siembra

- **Preparación de sustrato para almaciguera.** Para que el prendimiento de los plantines sea exitoso, es necesario tener un sustrato suelto, por tanto, se utilizó 3 partes de turba, 2 partes de cascarilla de arroz y 1 parte de arena fina extraída de la zona, luego se procedió a desinfección del sustrato, con 10 litros infusión de romero y canela, para eliminar la presencia de patógenos que puedan perjudicar su normal desarrollo, aprovechando los beneficios de ambas especies al desinfectar el sustrato y mantener la producción orgánica adecuada.

- **Almacigo.** En un micro túnel de madera de 120 x 60 x 25 centímetros se realizó el almacigado de la semilla de paprika, a un centímetro de distancia entre semillas, a una profundidad de 3 a 4 milímetros de profundidad tapándolas superficialmente con ayuda de un palito pequeño, sin causar compactación.

Posteriormente se regó con mucho cuidado de no remover las semillas con el agua, seguidamente se cubrió el micro túnel con su techo de agrofilm para protegerlo del frío en las noches y pueda mantener mejor el calor, este procedimiento se lo realizó durante los primeros seis días. Se regó por 3 días continuos en las mañanas, posteriormente día por medio hasta llegar el día 22 día en que los plantines ya presentan 3 hojas verdaderas.

- **Trasplante.** A partir del día 10 se observó la presencia de algunos plantines de las tres variedades sembradas. A los 22 días del almacigado los plantines en su gran mayoría alcanzaron de 3 a 4 hojas verdaderas, momento óptimo para el trasplante en platabandas donde el cultivo terminara su desarrollo. Se hizo hoyos en las platabandas a una profundidad de 4 centímetros para que las raíces de los plantines puedan tener un desarrollo adecuado, a una distancia de 25 centímetros entre plantas y a 30 centímetros de distancia de los emisores aproximadamente, para posteriormente introducir los plantines.

Se extrajo las plántulas de paprika de las almacigueras con ayuda de una espátula a una profundidad de 12 centímetros aproximadamente con mucho cuidado de no

romper las raíces, se sacó una por una cada plántula, se la depositó en una bandeja para luego introducir los plantines a los hoyos hasta el nudo o cuello vital de la planta.

Con ayuda de nuestras manos aprisionamos un poco alrededor de la planta, para cerrar cualquier cavidad que hubiera en el suelo, se procedió de esta manera con todos los plantines. Todo este procedimiento se realizó en horas de la mañana (horas frescas) cuando el calor es más templado y todo el ambiente es óptimo para el trasplante.

4.3.1.6. Etapa de labores culturales y riego

Se realizó las labores culturales de carácter continuo, como se manifiesta a continuación:

- **Refalle.** Labor realizada a los 7 días después del trasplante para reemplazar plantas perdidas y dañadas por plagas, esta práctica se efectuó con el propósito de uniformizar la población de diferentes tratamientos, la reposición de las plántulas fue de un 5% de la población en todos los tratamientos.

- **Deshierbe.** Durante el desarrollo del cultivo se presentaron algunas malezas en el contorno de las platabandas y de los pasillos, las cuales fueron controladas manualmente mediante deshierbes semanales, con una frecuencia de una vez cada 15 días teniendo cuidado de no maltratar las plantas, manteniendo el cultivo libre de competencia de otras plantas.

- **Riego.** Se aplicó un sistema por goteo con el objeto de mantener el suelo con un nivel de humedad aceptable para el cultivo. Esta aplicación de agua de forma localizada, gota a gota, cerca de la zona radical del cultivo, por el cual se logran eficiencias más elevadas en el uso del riego por goteo en un 95 %. El riego se determinó en base a los datos de formulación del requerimiento del cultivo, como se calculó en la figura 19 del anexo, con los cuales se determinará la frecuencia de riego de cada 4 días en tiempos de 57 min, la aplicación de la fertirrigación se adjuntará al riego una vez los plantines hayan alcanzado su desarrollo vegetativo.

- **Raleo.** Una vez emergidas las plantas se procedió a realizar el raleo; para esto se decidió elegir la planta con mejores características.

- **Control fitosanitario.** Al inicio se presentó el ataque hormigas rojas que marchitaban las plantas devorando el cuello del tallo, la planta se torna de color amarillo y se marchita. Esto se presentó hasta los 35 días, el cual fue controlado por con infusión de canela con 2 aplicaciones con intervalos de 3 días. Se observó también la presencia de pulgones (*Brevicoryne* spp) a los 60 días, el mismo fue controlado con la solución de agua de jabón en una mochila de 20 litros, con 2 aplicaciones con intervalos de 5 días.

- **Aporque.** Esta actividad, se efectuó en dos oportunidades en todo el ciclo del cultivo (el primero a los 25 días y el segundo a los 40 días), que consistió en aumentar el suelo sobre la base de las plantas, con la finalidad de favorecer la aireación de la raíz, el desarrollo de las plantas y por ende a las hojas.

- **Poda.** Esta actividad se realizó en la etapa de formación, floración y fructificación, se efectuó la poda de formación quitando las ramas de la primera y segunda horquilla de la planta, posteriormente a los 90 días se realizó la poda de fructificación cuando la planta ya estaba entrando al proceso de cuajado del fruto, esta actividad de poda se realizó con el fin de que la planta tenga un mejor aprovechamiento de nutrientes.

- **Tutoraje.** Esta actividad se realizó con el objetivo de sostener el peso de la planta, para el mejor manejo y mayor aprovechamiento de los frutos. En cada hilera de tutores, se sostienen dos hilos paralelos, a manera de fijar la planta verticalmente. Los puntos de sostén de las plantas, dependerán de la altura de las mismas.

- **Cosecha.** Se realizaron manualmente en forma escalonada, quitando los primeros frutos de la base del tallo, los frutos mejor desarrollados. La primera cosecha se realizó el 6 de febrero del año 2022, la segunda cosecha se realizó el 14 de marzo del año 2022. En el momento de la cosecha se tomó en cuenta las variables planteadas, se procedió a realizar las mediciones correspondientes de las plantas muestreadas y fueron evaluadas en trabajo de gabinete, finalmente se seleccionó los frutos para ser comercializados.

4.3.1.7. Etapa de aplicación de infusión de cáscara de plátano

- **Elaboración de solución madre.** Posterior a la elaboración de la infusión de cáscara de plátano (ocho cáscaras de plátano en un litro de agua), se procedió a la aplicación de la solución antes de que el cultivo ingrese a la fase de floración, con intervalos de 4 días entre cada aplicación, la inyección de la solución tenía una duración de 57 minutos.

4.3.1.8. Toma de datos y cosechas

En esta etapa posterior a la siembra se procedió a la toma de datos basado en las variables de respuesta propuestas, se tomarán datos del desarrollo de la planta durante el ciclo de la misma que será aproximadamente a los 30 días y por último a los 150 días, para la toma de datos fenológicos, agronómicos en cada cosecha.

- **Número de muestra.** Se determinó el tamaño de la muestra necesaria para poblaciones finitas como sugiere Ochoa (2005), se tomaron muestras de cinco plantas al azar de cada tratamiento, se calculó el número de muestra cómo se indica en la Figura 20 del anexo, descartando las que estaban en los extremos evitando efecto de borde. Las cuales fueron evaluadas en cada cosecha del cultivo, llevando un registro de cada cosecha.

- **Registro de temperaturas.** Con una frecuencia de dos días en promedio se realizó el registro de temperaturas, registrando la temperatura mínima y máxima en la carpa solar, utilizando un termómetro digital localizado en el centro de la carpa solar, con la finalidad de analizar los datos con los promedios semanales y mensuales, y observar la influencia en el desarrollo del cultivo.

- **Toma de datos a la cosecha y posterior a la cosecha.** En cuanto a las variables agronómicas, se pudo determinar a la cosecha las siguientes: altura de planta (cm), diámetro de tallo de planta (cm), peso fresco de los frutos (gramos/planta) y rendimiento (Kilo gramos/planta). Posterior a la cosecha se procedió a la toma de datos de las variables: peso en fresco (gramos/planta), longitud de fruto (cm) y diámetro de fruto (cm).

- **Evaluación de costos de producción.** Después se prosiguió al análisis de los costos de producción de los tratamientos, con el rendimiento que se obtuvieron durante el ensayo experimental.

4.3.2. Método experimental

El método experimental utilizado en el presente trabajo de investigación, fue el de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas, según la metodología planteada por Ochoa (2009), la cual toma en cuenta que el empleo de la fertirrigación será parcela mayor y las variedades de paprika serán las sub parcelas o parcelas menores.

4.3.2.1. Análisis estadístico

Para demostrar las diferencias entre los tratamientos, efectuados por los dos factores aplicación de fertirrigación (Factor “A” Parcela Mayor) y variedades (Factor “B” Parcela Menor), se utilizó el análisis de varianza (ANVA) y las pruebas de significancia de medias mediante las pruebas de Duncan, procesados por el paquete estadístico InfoStat.

4.3.2.2. Método lineal aditivo

Se realizó bajo el siguiente modelo estadístico (Calzada, 1982).

$$Y_{ik} = \mu + \beta_k + \alpha_i + E_{ik} + \lambda_j + \alpha_i\lambda_j + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ik} = Una observación.

μ = Media poblacional del experimento.

β_k = Efecto del k – esimo bloque.

α_i = Efecto del i – esimo nivel de la parcela menor.

E_{ik} = Error de la parcela principal o de la parcela mayor.

λ_j = Efecto del j – esimo nivel de la parcela mayor.

$\alpha_i\lambda_j$ = Efecto del i – esimo nivel de la parcela menor, con la j – esimo nivel de la parcela mayor (interacción AxB).

E_{ijk} = Error de la parcela pequeña o de la parcela menor.

4.3.2.3. Descripción de los tratamientos

A continuación, se describen los factores.

Factor A: Aplicación de Fertirrigación (Parcela mayor)

a1= Sin Fertirrigación

a2= Con Fertirrigación

Factor B: Variedades de Paprika (Parcela menor)

b1 = *Papri king*

b2 = *Papri queen*

b3= *Sonora*

Interacción variedad y tipo de infusión nutritiva

Tenemos en total seis tratamientos, originadas de la combinación de los dos factores, (variedades de Paprika y la aplicación de fertirrigación).

T1 = a1b1 – *Papri king*- Con fertirrigación

T2 = a2b2 – *Papri king*- Sin fertirrigación

T3 = a1b3 – *Papri queen*- Con fertirrigación

T4 = a2b1 – *Papri queen* – Sin fertirrigación

T5 = a1b2 – *Sonora* – Con fertirrigación

T6 = a2b3 – *Sonora* – Sin fertirrigación

4.3.2.4. Características del Área Experimental

La distribución de las unidades experimentales se realizó en la carpa solar, teniendo las siguientes dimensiones:

- Largo de la carpa solar: 20 m
- Ancho total de la carpa: 8.8 m
- Superficie total de la carpa: 176 m²
- Número de Platabandas totales: 3
- Número de Platabandas usadas: 2
- Largo de platabanda: 18 m²

4.3.2.6. Variables de Respuesta

La información recopilada de la investigación de las variables dependientes o las variables respuestas, fueron organizadas y estudiadas para su posterior aplicación en el presente trabajo, se muestran a continuación las siguientes variables de estudio:

a) Variables agronómicas.

- **Porcentaje de prendimiento (%).** Para evaluar esta variable se contaron el número de plantines que habían prendido y que presentaban un crecimiento vegetativo normal, paralelamente también se observó aquellos plantines que presentaban decaimiento debido al estrés que sufrieron en el trasplante, contabilizando cada una de ellas se obtuvo el porcentaje de emergencia por tratamiento.

- **Altura de planta (cm).** Para determinar la altura de la planta, se realizó la medición de 8 plantas al azar por tratamiento, tomando en cuenta la longitud desde el cuello del tallo hasta el ápice de la hoja superior, utilizando un flexómetro, con un intervalo de toma de datos de 15 días.

- **Diámetro de tallo (cm).** La medición de diámetro de tallo, se la realizó con un vernier tomando ocho plantas muestreadas de cada tratamiento, realizando la medida desde el cuello de la planta, con un intervalo de toma de datos de 15 días.

- **Número de frutos por planta (N°).** Una vez llegada la primera y segunda cosecha se contabilizó la cantidad de frutos producidos en cada planta de los respectivos tratamientos.

- **Peso de frutos por planta (g).** Por tratamiento una vez cosechado los frutos se procedió a pesar los frutos obtenidos.

- **Diámetro de Fruto (cm).** Para la medición de esta variable, se consideró el fruto de cada muestra en cada tratamiento, utilizando para dicho fin el vernier. Para medir esta variable, se procedió a tomar el fruto en medio con la ayuda de un calibrador vernier, los datos obtenidos se promediaron para la sistematización y el análisis respectivo.

- **Longitud de Fruto (cm).** La medición de longitud de fruto, se realizó desde el ápice hasta la base del fruto, con la ayuda de flexómetro para cada uno de los frutos de cada planta muestreada.

b) Rendimiento en peso fresco (g). Para la evaluación del rendimiento se realizó el pesaje de cada una de las plantas muestreadas en cada cosecha empleando una balanza, tomando en cuenta todos los frutos con características comerciales, también los frutos medianos y pequeños. Los datos obtenidos se expresaron en gramos por planta, la cual luego fue expresados a kilo gramo por metro cuadrado (la más importante para una producción intensiva, como es la presente investigación) y toneladas por hectárea, tomando en cuenta para cada tratamiento, el número de plantas por metro cuadrado en función a la densidad planteada en el experimento, posteriormente estos datos se tabularon para sacar el promedio del rendimiento en peso fresco por cada tratamiento.

c) Variables económicas

Costos relacionados con los insumos o factores de producción que varían de una alternativa a otra Herrera et al., (1994), considerando recursos físicos utilizados para la relación de precios relacionados a instrumentos e insumos a precio de mercado.

- **Ingreso bruto.** El valor monetario que se obtiene de multiplicar el volumen o rendimiento de la producción por el precio de ese producto de igual el ingreso bruto se designa como beneficio bruto y es aplicable a todos los productos (Herrera et al., 1994). Se determinó de la siguiente manera.

$$IB = R * P$$

IB = Ingreso Bruto (Bs)

R = Rendimiento (unidades)

P = Precio del producto (Bs)

- Costos de producción

Desembolso efectivo que se hace en la adquisición de los factores de producción empleados para producir bienes y servicios (Herrera et al., 1994).

Los costos de producción, son el gasto o desembolso de dinero que hace en la adquisición de los insumos, para producir bienes o servicios. Sin embargo, el término costo es más amplio, ya que significa el valor de todos los recursos que participan en el proceso productivo de un bien en cantidades y en un periodo de tiempo determinado (Perrin,1979 como se citó en Corini, 2012).

- Ingreso neto

Representa la compensación a todos los recursos que se usan en la producción, se obtiene restando el total de costos de los ingresos brutos. (Herrera et al., 1994).

$$IN = IB - CP$$

IN = Ingreso Neto (Bs)

IB = Ingreso Bruto (Bs)

CP = Costos de Produccion (Bs)

Un beneficio neto positivo significa que la tecnología es rentable mientras que un resultado negativo implica que no lo es.

- **Relación beneficio - costo.** La relación Beneficio-Costo de una actividad productiva consiste en evaluar la eficiencia económica de los recursos utilizados y mostrar la cantidad de dinero que retorna por cada unidad monetaria invertida durante un período determinado. La relación Beneficio/Costo es una razón que indica el retorno en dinero obtenido por cada unidad monetaria invertida. Resulta de dividir el ingreso bruto entre el costo total; cuando la relación es igual a 1 el productor no obtiene ganancias y no pierde, relaciones mayores a 1 significan ganancia y menores pérdidas (Herrera et al., 1994).

$$B/C = IB/CTP$$

B C = relacion beneficio costo

IB = Ingreso Bruto (Bs)

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados derivados del presente trabajo de investigación, expresan los efectos de los factores en estudio, los cuales son descritos a continuación:

5.1. Descripción de los parámetros de producción

5.1.1. Temperaturas registradas durante el ciclo del cultivo

Los valores registrados de temperatura durante el ciclo del cultivo de la paprika, fueron tomadas con un termómetro ambiental automático, que reconocía las varianzas de temperaturas máximas y mínimas durante todo el día, la misma se encontraba en la parte central del ambiente atemperado a una altura de 1.8 metros del nivel del suelo, se anotaban los datos en una frecuencia de dos días en horarios posteriores a las 17:00 pm, los datos fueron registrados a partir de la siembra hasta la segunda cosecha, dada las descripciones anteriores a continuación se muestra la gráfica de variación de la temperatura a lo largo del trabajo de investigación.

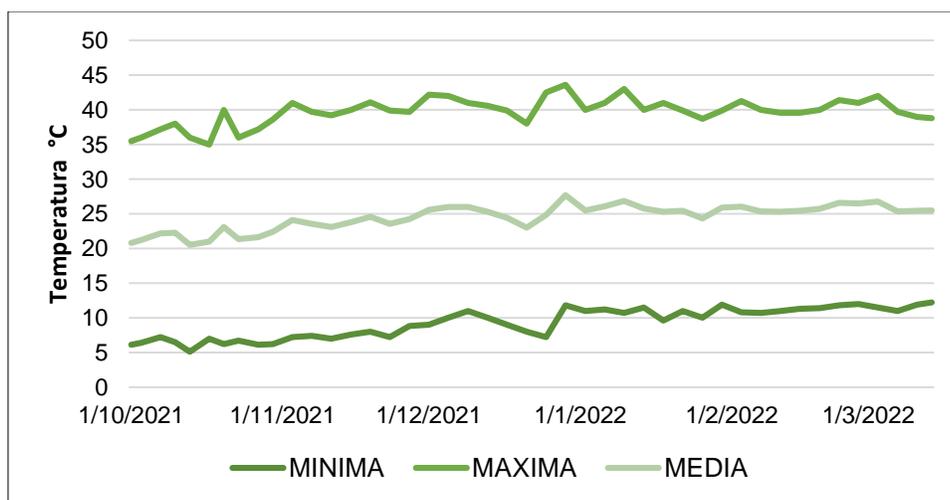


Figura 3. Temperaturas registradas durante el desarrollo del cultivo.

Los datos de temperatura fueron registrados a partir de la siembra que se realizó el 1 de octubre del 2021 hasta la última cosecha que se realizó el 14 de marzo del 2022, durante estos días se observó las variaciones térmicas al interior de la carpa solar, por lo cual se realizó un síntesis descrito a continuación en el Cuadro 11.

Cuadro 11. *Temperaturas medias registradas a lo largo del desarrollo del cultivo.*

Meses	Mínima mensual	Máxima mensual	Media mensual
Octubre	6.3	36.9	21.6
Noviembre	7.6	40.1	23.8
Diciembre	9.5	41.2	25.4
Enero	10.9	40.4	25.7
Febrero	11.3	40.4	25.9
Marzo	11.7	39.9	25.8

Fuente: Elaboración propia, 2023.

De la Figura 3 y Cuadro 11 se resalta el incremento gradual de temperatura a lo largo del trabajo de investigación, a partir del mes de octubre se observa el ascenso térmico el cual es atribuido al cambio de estación, siendo que el mes que registra la mayor temperatura fue el de diciembre alcanzando una máxima de 41.2 °C, a comparación del mes de septiembre llegando a un valor de 6.35 °C.

Flores (1999), menciona que la temperatura tiene mucha importancia en el desarrollo de las plantas, afecta a la intensidad y velocidad de los procesos fisiológicos, actúa en forma directa sobre la humedad y la evaporación incidiendo en la morfología vegetal.

Con relación al Cultivo de hortalizas FAO (2012), menciona que, en días largos (más de 14 horas de luz diurnas) y temperaturas arriba de 15 °C se reduce su producción, dado que las plantas permanecen en la fase de roseta muy poco tiempo, lo que provoca que el pecíolo de las hojas no se puedan desarrollar en su totalidad.

Además, corresponde enfatizar que las temperaturas máximas como mínimas no mostraron cambios bruscos, pudiendo decir que estas fueron relativamente estables, que su incremento fue gradual.

Al respecto Galván (2007), explica que como sucede en todos los vegetales, el ritmo de crecimiento al estar regulado por reacciones metabólicas y a su vez ellas, catalizadas por diferentes enzimas, la temperatura juega un rol fundamental en determinar la velocidad, la tasa de incremento de materia fresca o seca, o cualquier otro parámetro que cuantifique el crecimiento.

La temperatura bajo experiencia del presente trabajo de investigación es un factor muy importante dentro de la producción de paprika debido a que un ascenso o descenso de temperatura influye en el comportamiento del cultivo, así como también en la presencia de plagas y enfermedades.

5.1.2. Porcentaje de prendimiento del cultivo de Paprika

El por ciento de prendimiento fue determinado al transcurrir un total de 15 días posteriores al trasplante de las tres variedades del cultivo en las platabandas, constando que se superó el 80% de emergencia de toda la población, estos datos se muestran en el siguiente Cuadro 12.

Cuadro 12. Porcentaje de prendimiento del cultivo de Paprika.

Variedades	N° total de plántulas trasplantadas	N° de plántulas prendidas	Porcentaje
V1 (<i>Papri king</i>)	72	63	87.5
V2 (<i>Papri queen</i>)	72	65	90.3
V3 (<i>Sonora</i>)	72	60	83.3

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En relación al porcentaje de prendimiento del Cuadro 12 señala lo siguiente; que transcurrido el tiempo mencionado la variedad que alcanzo un mayor porcentaje de prendimiento fue la *Papri queen* (V2) alcanzando un valor de 90.3 %, seguida por la variedad *Papri king* (V1) de 87.5% de prendimiento, por último, la variedad *Sonora* (V3) que logró un 83.3 % de emergencia siendo el más bajo de las tres variedades como se muestra en el Figura 4.

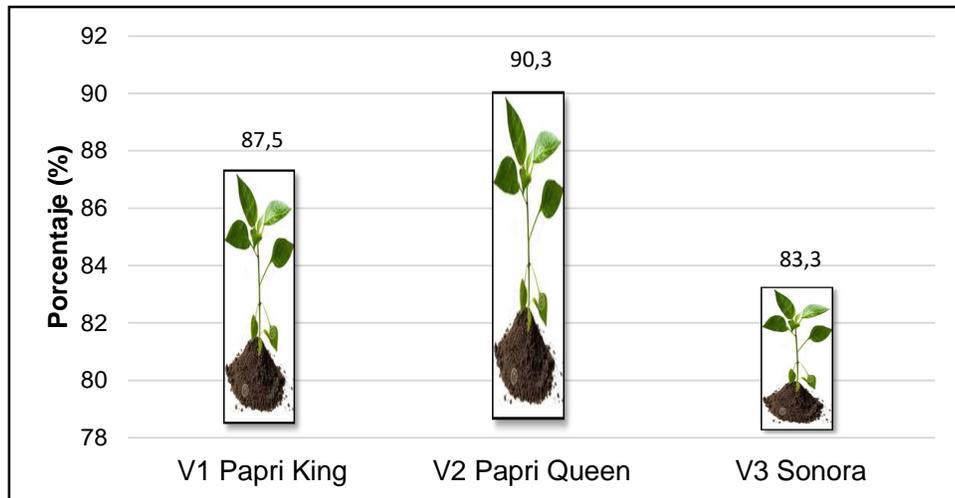


Figura 4. Porcentaje de Prendimiento del cultivo.

Se puede atribuir el alto porcentaje de prendimiento de la variedad *Papri queen* (V2) a la precocidad presentada, su fisiología híbrida y a su apresurado metabolismo que bajo la influencia de la temperatura y el riego por goteo logro adaptarse muy bien en el medio en el que se desarrolló el trabajo de investigación.

5.2. Variables de Respuesta

A continuación, se presentan los resultados, del efecto de los factores estudiados en el presente trabajo de investigación sobre el rendimiento de tres variedades de paprika bajo la aplicación de fertirrigación con infusión de cáscara de plátano.

Para el análisis de los resultados de las variables de estudio se empleó el Software InfoStat 2020, el cual estructura un rango de “F” clasificando los datos de la siguiente manera, si se presenta datos mayores a 0.05 la fuente de variación presenta una No Significancia, si se presentan datos entre los rangos de 0.05 a 0.01 la fuente de variación es denominada como significativo, por ultimo si la fuente de variación presenta datos menores a 0.01 se denomina como altamente significativo, en caso de presentarse significancia o alta significancia se procedió a realizar una prueba del rango múltiple Duncan para las diferentes variables y factores.

5.2.1. Variables Agronómicas

5.2.1.1. Variable Altura de planta

En relación a la variable altura de planta del cultivo de paprika bajo el efecto de la aplicación de la fertirrigación (Factor “A” Parcela Mayor) en interacción con tres variedades (Factor “B” Parcela Menor), el promedio de las diferentes cosechas de la señalada variable es descrito en el Cuadro 13, donde se describen los resultados de las fuentes de variabilidad, descritos a continuación.

Cuadro 13. ANVA variable altura de planta final.

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Sumatoria de Cuadrados	Cuadrado Medio	P-Valué	Significancia
Bloques	2	115.71	4.13	0.0585	NS
Parcela mayor Fertirrigación	1	153.01	153.01	0.0858	NS
Error parcela mayor	2	30.08	15.04	0.3860	NS
Parcela menor variedades	2	45.44	22.72	0.2560	NS
Interacción factor AxB	2	10.47	5.24	0.6993	NS
Error experimental	8	111.95	13.99		
Total	17	466.66			
Coefficiente de variabilidad		3.14%			

** : Altamente significativo; * : significativo; NS : no significativo

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En el análisis de varianza donde el coeficiente de variabilidad para la variable altura de planta, bajo factores aplicación de fertirrigación con infusión de cáscara de plátano y variedades acomodado en estructura bifactorial fue de 3.14% indica confiabilidad de los resultados y de la toma de datos durante el trabajo de investigación.

Al respecto Pliego (1999), en cuanto al valor del coeficiente de variabilidad nos indica que a mayor valor del coeficiente de variabilidad mayor heterogeneidad de los datos o valores y a menor valor del coeficiente de variación habrá mayor homogeneidad en los valores o datos de la variable de estudio.

El estadístico F, la prueba de p-value, nos conduce a situar cada fuente de variabilidad dentro de la significancia. De la fuente de variabilidad bloques se ubica dentro condición de no significativo, siendo que los promedios de los bloques se consideran homogéneos y ninguno de los bloques presenta un promedio distinto a los demás.

De la fuente de variabilidad Factor A, aplicación de fertiirrigación con Infusión de cáscara de Plátano ubica en la prueba de p-value del estadístico F, con diferencias no significativas en los promedios del conteo de altura de planta muestreada tal y como se muestra en la figura 5.

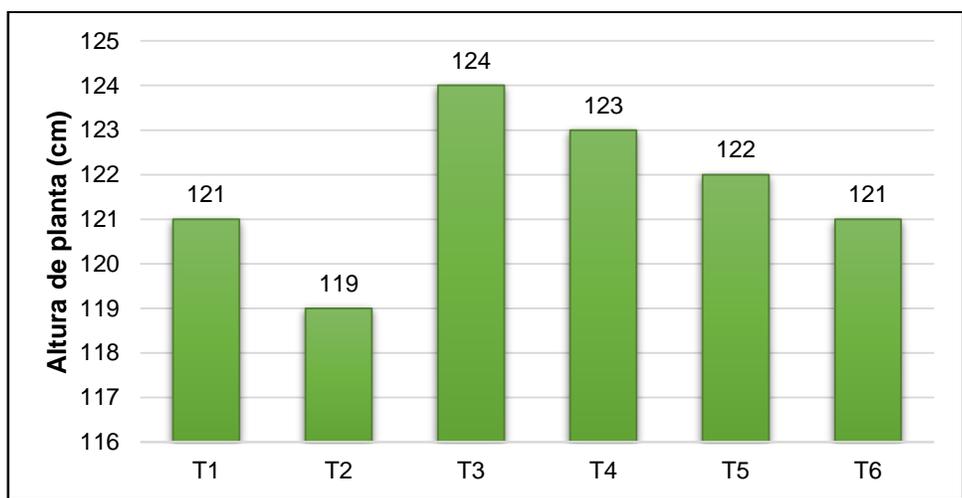


Figura 5. Variable altura de planta (cm) en los diferentes tratamientos.

En la figura 5 se observa las diferencias mínimas en cuanto a la altura de planta siendo la de mayor altura el tratamiento 3 que llego a obtener 124 cm y siendo la de menor altura el T2 con 119 cm, siendo la diferencia entre las mismas 5 cm de altura.

Las frecuencias de aplicación de la infusión de cáscara de plátano, tuvieron efectos mínimos en el crecimiento del cultivo de las plantas de paprika, el desarrollo de las plantas también se atribuye a las condiciones favorables en un ambiente protegido y a la preparación del sustrato que se realizó con abonos orgánicos como sustrato con el objetivo de cumplir los requerimientos nutricionales necesarios para este cultivo.

De acuerdo con Uchazara (2018), se asume que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos porque las condiciones medioambientales (temperatura, humedad, nutrientes disponibles en el suelo) y condiciones de manejo

de las parcelas experimentales hasta la madurez fisiológica fueron iguales para todos los tratamientos.

5.2.1.2. Variable diámetro de tallo del cultivo

En el análisis de varianza se presenta en el Cuadro 14, donde se describen los resultados de las fuentes de variabilidad, descritos a continuación.

Cuadro 14. ANVA variable diámetro de tallo de cultivo.

Fuente de Variabilidad	Grados de libertad	Sumatoria de cuadrados	Cuadrado medio	P-Valué	Significancia
Bloques	2	0,01	3,7E-03	0,5031	NS
Parcela mayor fertirrigación	1	0,66	0,66	0,0011	**
Error parcela mayor	2	1,4E-03	7,1E-04	0,8702	NS
Parcela menor variedades	2	4,0E-03	2,0E-03	0,6797	NS
Interacción Factora AxB	2	0,06	0,03	0,0283	*
Error experimental	8	0,04	5,0E-03		
Total	17	0,77			
Coeficiente de variabilidad			3.09%		

** : Altamente significativo; * : significativo; NS: no significativo

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En el análisis de varianza donde el coeficiente de variabilidad para la variable diámetro de planta bajo factores aplicación de fertirrigación con infusión de cáscara de plátano y variedades de Paprika en una estructura bifactorial fue de 3.09% indica confiabilidad de los resultados y toma de datos durante el trabajo de investigación.

El estadístico F, la prueba de p-value, nos conduce a situar cada fuente de variabilidad dentro de la significancia. De la fuente de variabilidad bloques se ubica dentro condición de no significativo, siendo que los promedios de los bloques se consideran homogéneos y ninguno de los bloques presenta un promedio distinto a los demás.

De la fuente de variabilidad Factor A, aplicación de fertirrigación ubica en la prueba de p-value del estadístico F, con diferencias altamente significativas en los promedios del conteo de diámetro de tallo por planta muestreada bajo la aplicación de Infusión de Cascara de Plátano, indicando que alguna de las aplicaciones presenta un promedio distinto al resto estadísticamente. Se ratifica la aplicación de la prueba de Duncan.

Cuadro 15. Duncan para la comparación de medias del factor A.

Factor A Aplicación de fertirrigación	Media	Agrupación de medias
B1	2.48	A
B2	2.09	B

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Del cuadro anterior para la variable diámetro de tallo se agrupan los promedios obtenidos en dos, de mayor promedio la aplicación de Fertirrigación en la Platabanda 1 (B1) con 2.48 cm de diámetro de tallo por planta muestreada, el promedio restante alcanza un promedio menor refiriéndose a la platabanda 2 que no tuvo fertirrigación (B2) alcanzando un promedio de 2.09.

De la fuente de variabilidad Factor B, aplicación de Variedades de Paprika ubica en la prueba de p-value del estadístico F, con diferencias no significativas en los promedios del conteo de diámetro de planta muestreada.

De la fuente de variabilidad Interacción del Factor A con el Factor B, aplicación de fertirrigación ubica en la prueba de p-value del estadístico F, con diferencias significativas en los promedios del conteo de diámetro de tallo indicando que alguna de las aplicaciones presenta un promedio distinto al resto estadísticamente. Se ratifica la aplicación de la prueba de Duncan.

Cuadro 16. Duncan para la comparación de medias de la Interacción del Factor A con el Factor B.

Factor A Aplicación de Fertirrigación	Factor B Variedades de Paprika	Media	Agrupación de medias
B1	A3	2.52	A
B1	A2	2.51	A
B1	A1	2.40	A
B2	A1	2.17	B
B2	A2	2.10	B C
B2	A3	2.01	C

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Del cuadro anterior en la prueba Duncan para la Interacción del Factor A con el factor B, aplicación de fertirrigación y variedades de paprika se agrupan los promedios obtenidos en seis secciones, de mayor promedio la aplicación de Fertirrigación en la Platabanda 1 (B1) con la variedad 3 (A3) con un promedio de 2.52 cm de diámetro de tallo por planta muestreada, el promedio restante alcanzo un promedio menor de 2.51 cm de diámetro de tallo producto de la interacción de B1 (aplicación de fertirrigación) con A2, posteriormente según el cuadro de Duncan se obtuvieron promedios inferiores a los ya mencionados tal y como se muestra en el cuadro 35 de anexos.

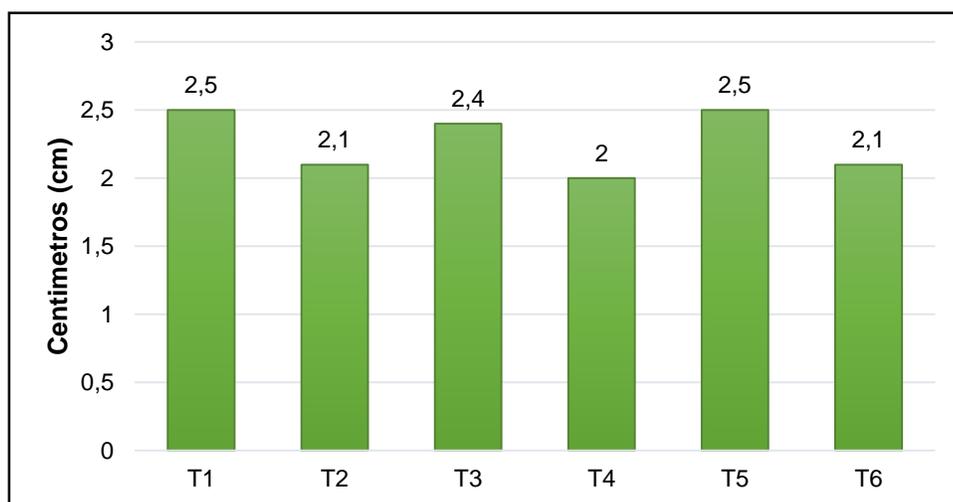


Figura 6. Diámetro de tallo del cultivo.

En la Figura 6 se puede identificar las diferencias entre los diámetros de tallo del cultivo por un lado están los tratamientos 1,3 y 5 que presentan mayores valores en cuanto a diámetro de tallo y por el otro lado tenemos los tratamientos 2, 4 y 6 que presentan menores valores, evidenciando la significancia de la aplicación de fertirrigación en los tratamientos 1, 3 y 5.

5.2.1.3. Variable número de frutos en dos cosechas

• Primera cosecha

En el análisis de varianza se presenta en el Cuadro 17, donde se describe los resultados de las fuentes de variabilidad.

Cuadro 17. ANVA variable número de frutos por planta en la Cosecha 1.

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Sumatoria de Cuadrados	Cuadrado Medio	P-Valué	Significancia
Bloques	2	3.03	1.52	0.6240	NS
Parcela mayor Fertirrigación	1	225.92	225.92	0.0579	NS
Error parcela mayor	2	28.62	14.31	0.0442	
Parcela menor Variedades	2	22.96	11.48	0.0695	NS
Interacción Factor AxB	2	8.59	4.30	0.2970	NS
Error experimental	8	24.23	3.03		
Total	17	313.36			
Coeficiente de Variabilidad		12.09%			

** : Altamente significativo; * : significativo; NS: no significativo

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En el análisis de varianza donde el coeficiente de variabilidad para la variable número de frutos por planta bajo factores aplicación de fertirrigación con Infusión de Cascara de Plátano y variedades de Paprika acomodado en estructura bifactorial fue de 12.09% indica confiabilidad de los resultados y de la toma de datos durante el trabajo de investigación.

El estadístico F, la prueba de p-value, nos conduce a situar cada fuente de variabilidad dentro de la significancia. De la fuente de variabilidad bloques se ubica dentro condición de no significativo, siendo que los promedios de los bloques se consideran homogéneos y ninguno de los bloques presenta un promedio distinto a los demás.

De la fuente de variabilidad Factor A, aplicación de fertirrigación con Infusión de Cascara de Plátano ubica en la prueba de p-value del estadístico F, con diferencias no significativas en los promedios del conteo de numero de frutos de planta muestreada.

Dentro del estudio realizado si bien la infusión de cáscara de plátano no repercutió en la cantidad de frutos producidos, si repercutió en la calidad de los mismos.

- **Segunda cosecha**

En el análisis de varianza se presenta en el Cuadro 18, donde se describen los resultados de las fuentes de variabilidad, descritos a continuación.

Cuadro 18. ANVA variable número de frutos por planta en la Cosecha 2.

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Sumatoria de Cuadrados	Cuadrado Medio	P-Valué	Significancia
Bloques	2	8.18	4.09	0.6542	NS
Parcela mayor Fertirrigación	1	311.67	311.67	0.0862	NS
Error parcela mayor	2	61.55	30.77	0.0868	NS
Parcela menor Variedades	2	54.36	27.18	0.1081	NS
Interacción Factor AxB	2	23.69	11.84	0.3252	NS
Error experimental	8	73.07	9.13		
Total	17	532.51			
Coeficiente de Variabilidad		17.35%			

** : Altamente significativo; * : significativo; NS: no significativo

Fuente: Elaboración propia, 2023.

El coeficiente de variabilidad para la variable número de frutos por planta bajo factores aplicación de fertirrigación con Infusión de cáscara de plátano y variedades de Paprika acomodado en estructura bifactorial fue de 17.35% indica confiabilidad de los resultados y de la toma de datos durante el trabajo de investigación.

El estadístico F, la prueba de p-value, nos conduce a situar cada fuente de variabilidad dentro de la significancia. De la fuente de variabilidad bloques se ubica dentro condición de no significativo, siendo que los promedios de los bloques se consideran homogéneos y ninguno de los bloques presenta un promedio distinto a los demás.

De la fuente de variabilidad Factor A, aplicación de fertirrigación con Infusión de cáscara de plátano ubica en la prueba de p-value del estadístico F, con diferencias no significativas en los promedios del conteo de numero de frutos de planta muestreada.

5.2.1.4. Variable Peso de Fruto por planta en dos cosechas

- **Peso de Fruto (g)**

Sobre a la variable peso de materia fresca del cultivo de paprika bajo el efecto de la aplicación de la fertirrigación (Factor “A” Parcela Mayor) en interacción con tres variedades (Factor “B” Parcela Menor), el promedio de las diferentes cosechas de la señalada variable es descrito en el Cuadro 19.

Cuadro 19. Promedios de la variable peso de frutos (g) por planta.

Factor A "Fertiriego" Parcela Mayor	Cosecha 1			Promedio Factor A
	V1	V2	V3	
Con fertirrigación	508.6	439.7	404.0	450.8
Sin fertirrigación	333.6	337.6	224.3	298.5
Promedio del Factor B: Parcela Menor	421.1	388.6	314.2	
Factor A "Fertiriego" Parcela Mayor	Cosecha 2			Promedio Factor A
	V1	V2	V3	
Con fertirrigación	586.8	510.8	469.3	522.3
Sin fertirrigación	396.3	388.8	279.0	354.7
Promedio del Factor B: Parcela Menor	491.5	449.8	374.1	

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Promedios generados por los dos factores en estudio muestran que de las dos diferentes cosechas, en el factor A aplicación de fertirrigación el mayor promedio fue alcanzado por la segunda cosecha con un valor promedio de 522.3 gramos por planta contrariamente el menor promedio alcanzado se identificó en la primera cosecha dada por el Factor A sin aplicación de fertirrigación con un valor promedio de 298.5 gramos por planta.

Con respecto a los promedios del factor B Variedades de paprika, se afirma que la variedad que alcanzo un mayor promedio, se presentó en la segunda cosecha en la variedad *Papri king* (V1) con un valor de 586.8 gramos por planta, la variedad con un valor más bajo en relación al peso de frutos en gramos por planta, se identificó en la primera cosecha en la variedad *Sonora* (V3) con un valor promedio de 224.3 gramos por planta.

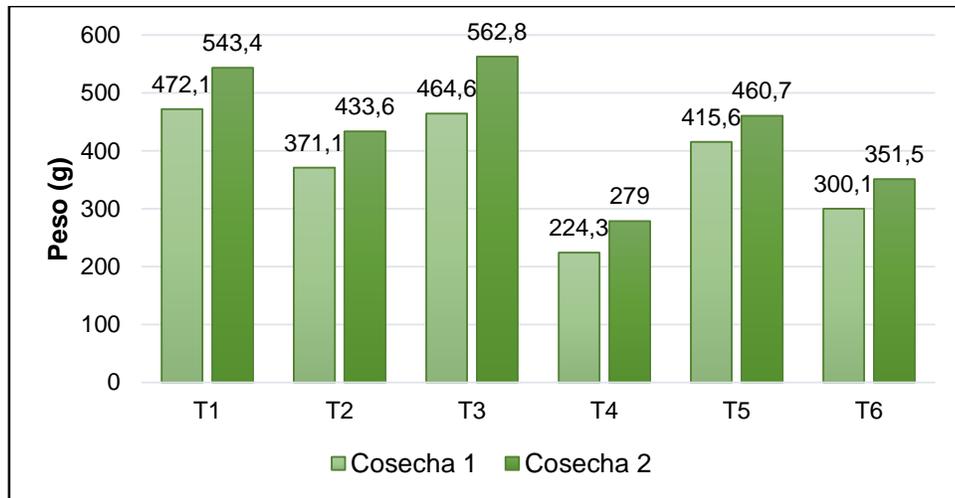


Figura 7. Promedios por tratamiento de la variable peso de frutos.

Se evidencia de la figura 7 de dos cosechas realizadas y de los seis tratamientos efectuados, el mayor promedio en peso de materia fresca es perteneciente al tratamiento tres (T3) de la cosecha dos con un valor promedio de 562.8 gramos de por planta, no obstante, el tratamiento con menor peso por planta se presenta en la primera cosecha en el tratamiento cuatro (T4) con un valor promedio de 224.3 gramos por planta.

Con la finalidad de valorar de manera sobresaliente la variable peso de frutos en gramos por planta del cultivo de paprika en efecto de la aplicación de fertirrigación en interacción de tres variedades, se realizó el respectivo análisis de varianza, siguiendo la metodología planteada anteriormente se presenta en el Cuadro 20.

Cuadro 20. ANVA variable peso de frutos por planta en la cosecha 1.

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Cosecha 1		Cosecha 2	
		Cuadrado Medio	P-Valué	Cuadrado Medio	P-Valué
Bloques	2	192.56	0.9267 NS	8174.04	0.1911 NS
Parcela mayor Fertirrigación	1	104363.58	0.0163 *	104363.58	0.0338 *
Error parcela Mayor	2	9253.19	0.0731 NS	9253.19	
Parcela menor Variedades	2	18042.10	0.0784 NS	18042.10	0.1297 NS
Interacción factor AxB	2	2834.32	0.3694 NS	8174.04	0.1911 NS
Error experimental	8	2506.34			
Total	17				
Coeficiente de variabilidad		13.36 %		14.40 %	

** : Altamente significativo; * : significativo; NS: no significativo

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Del ANVA presentado anteriormente para la variable indicada, los coeficientes de variabilidad para cada cosecha realizada, lograron valores de 13.36% y 14.40% respectivamente a cada cosecha efectuada.

Los coeficientes de variabilidad mencionados anteriormente, son considerados datos confiables por que se encuentran en un rango inferior al aceptable ya que se encuentran por debajo del 20 %.

Se resalta del cuadro ANVA anterior para la fuente de variabilidad variedades, contiene diferencias significativas en la primera y segunda cosecha, se revela que aconteció variación estadística entre bloques causada por el gradiente de variabilidad (“térmico”), se señala que se presentó bloques diferentes debido a la influencia de la temperatura presentada a lo largo del ambiente atemperado, siendo que la temperatura es menor en la parte posterior del ambiente, mostrando resultado diferentes en los bloques.

En la fuente de variación Factor “A” (parcela Mayor) aplicaciones fertirrigación en el cultivo de paprika, no se presentó significancia en las dos cosechas, lo cual nos indica que no existieron diferencias estadísticas en el peso de frutos por planta debido a la

aplicación de fertirrigación, a continuación, se procedió a realizar la prueba de rangos múltiples Duncan para la variable variedades. El cual se indica en el siguiente cuadro.

Cuadro 21. *Duncan para la comparación de medias del Factor A.*

Factor A	Cosecha 1		Cosecha 2	
Aplicación de Fertirrigación	Media	Agrupación de medias	Media	Agrupación de medias
b1	450.79	A	522.30	A
b2	298.50	B	354.69	A B

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En relación al Cuadro 21, en la prueba Duncan para el factor “A” Aplicación de infusión de cáscara de plátano en dos cosechas, se puede valorar que se agrupan y/o discriminan las medias del factor en dos indicando que, si existen diferencias estadísticas entre la aplicación de infusión de cáscara de plátano, los promedios más diferenciados fueron alcanzados por la aplicación del mismo en ambas cosechas.

Según Manríquez, (1991) citado por Mamani (2016), atribuye que la adaptación de una variedad corresponde al rendimiento en un ambiente según el efecto de la interacción genética, ambiental y nutricional de la variedad emplearse.

Los resultados señalan que las plantas de paprika que presentan rendimientos mayores al aplicar la infusión de cáscara de plátano, ya que aportan los nutrientes esenciales para este cultivo y de esta manera los frutos mejoran su crecimiento y desarrollo. Es decir, las concentraciones de macro y micro nutrientes en el abono orgánico infusión de cáscara de plátano causaron efecto, de esta manera se obtuvo pesos satisfactorios, a comparación de la platabanda que no tuvo aplicación del mismo.

5.2.1.4. Variable longitud de fruto por planta en dos cosechas

Con respecto a la variable longitud de fruto (cm) del cultivo de paprika bajo el efecto de la aplicación de la fertirrigación (Factor “A” Parcela Mayor) en interacción con tres variedades (Factor “B” Parcela Menor), el promedio de las diferentes cosechas de la señalada variable es descrita a continuación.

Cuadro 22. Promedios de la variable longitud de frutos (cm) por planta.

Factor A "Aplicación" Parcela mayor	Cosecha 1			Promedio Factor A
	V1	V2	V3	
Con fertirrigacion	17.9	17.6	15.9	17.2
Sin fertirrigacion	11.7	13.1	8.2	11.0
Promedio del Factor B: Parcela Menor	14.8	15.3	12.1	
Factor A "Aplicación" Parcela mayor	Cosecha 2			Promedio Factor A
	V1	V2	V3	
Con fertirrigacion	22.7	18.0	18.8	19.8
Sin fertirrigacion	13.8	14.4	10.6	12.9
Promedio del Factor B: Parcela Menor	18.3	16.2	14.7	

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Con respecto a los promedios obtenidos en el Cuadro 22 de la variable longitud de frutos, se resalta que los valores alcanzados toman en cuenta desde la cosecha inicia (cosecha 1) hasta el día de la última cosecha (cosecha 2).

En el factor "A" aplicación de fertirrigación para la presente variable se identificó al mayor promedio en la segunda cosecha con la aplicación de fertirrigación (CF) con un valor de 17.2 cm en comparación del promedio más bajo el cual se obtuvo en la primera cosecha el cual estuvo sin aplicación de la fertirrigación (SF) con un valor de 14.8 cm de longitud de fruto.

En cuanto al factor "B" variedades en la variable longitud de frutos tras el análisis de los promedios obtenidos por las tres variedades en estudio, se afirma lo siguiente el promedio más alto se encuentra en la segunda cosecha en la variedad *Papri king* (V1) la cual obtuvo un valor de 18.3 cm, de modo inverso el menor promedio de longitud de fruto se presentó en la primera cosecha en la variedad *Sonora* (V3) con un valor de 12.1 cm.

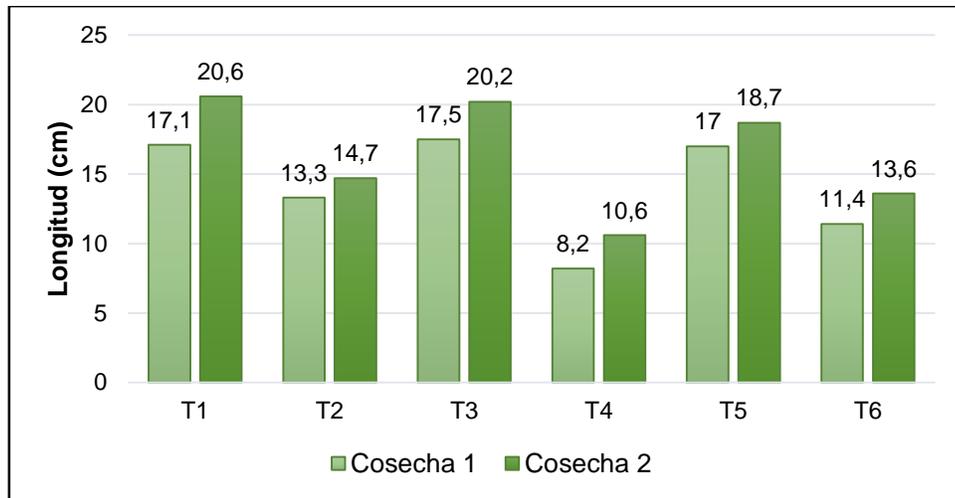


Figura 8. Promedio de longitud de frutos por tratamiento.

Como se observa en la anterior Figura 8 los promedios alcanzados por las dos cosechas realizadas y los tratamientos efectuados, el menor promedio fue registrado en la primera cosecha en el tratamiento cuatro (T4) con un valor promedio de 8.2 cm de longitud, sin embargo, el mayor valor fue alcanzado en la segunda cosecha en el tratamiento uno (T1) con un valor alcanzado de 20.6 cm de longitud.

Para evaluar de mejor manera la variable longitud de fruto del cultivo de Paprika bajo el efecto de la fertirrigación y tres variedades se realizó el respectivo análisis de varianza.

En el análisis de varianza se presenta en el Cuadro 23, donde se describen los resultados de las fuentes de variabilidad, descritos a continuación.

Cuadro 23. Análisis de varianza para la variable longitud de fruto del cultivo de Paprika.

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Cosecha 1		Cosecha 2	
		Cuadrado Medio	P-Value	Cuadrado Medio	P-Valué
Bloques	2	2.71	0.2319 NS	2.38	0.7193 NS
Parcela mayor Fertirrigación	1	171.43	0.0030 **	212.80	0.0002 **
Error parcela mayor	2	0.51	0.7264	1.22	0.8413
Parcela menor Variedades	2	18.45	0.0039 NS	19.68	0.1166 NS
Interacción Factor AxB	2	3.67	0.1535 NS	12.60	0.2230 NS
Error experimental	8	1.53		6.92	
Total	17				
Coeficiente de Variabilidad		8.80%		16.05%	

** : Altamente significativo; * : significativo; NS: no significativo

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En el Análisis de Varianza presentado en el Cuadro 23, muestra los coeficientes de variabilidad obtenidas en las dos cosechas las cuales presentan valores de 8.80%, y 16.05% respectivamente a cada cosecha efectuada.

Resultado del Cuadro 23 anterior para la fuente de variabilidad bloques, no existe diferencias significativas en la primera cosecha y en la segunda cosecha.

En la fuente de variación Factor “A” (parcela Mayor) aplicaciones fertirrigación (CF), se presentó alta significancia en la primera cosecha y alta significancia en la segunda lo cual nos indica que existieron diferencias estadísticas en el promedio de longitud de frutos debido a la aplicación de fertirrigación, por lo cual se procedió a realizar la prueba de rangos múltiples Duncan para la variable mencionada.

En el ensayo efectuado por Pacajes (2008), explica que en Micro Huertas de El Alto se logró un crecimiento entre 10 a 15 centímetros, al respecto la media obtenida en el presente trabajo fue 19.82 cm, está por encima de los resultados obtenidos en anteriores trabajos de investigación.

CENTA (2012), describe que esta planta es de días cortos, es decir, la floración se realiza mejor y es más abundante en los días cortos, siempre que la temperatura y los

demás factores climáticos sean óptimos. No obstante, debido a la gran diversidad de cultivares existentes en la actualidad, las exigencias foto periódicas varían de 12 a 15 horas por día lo que influye directamente en el desarrollo de frutos.

Cuadro 24. Prueba de rangos múltiples Duncan para el factor “A” Cosecha 1 y 2.

Factor A Aplicación de Fertirrigación	Cosecha 1		Cosecha 2	
	Media	Agrupación de medias	Media	Agrupación de medias
b1	17.16	A	19.82	A
b2	10.99	B	12.94	B

Fuente: Elaboración propia, 2023.

De la prueba Duncan para el factor “A” aplicación de fertirrigación para las dos cosechas, se logra valorar que se agrupan y/o separan las medias del factor en dos indicando que si existen diferencias estadísticas las medias con mayor diferencia se alcanzaron por la aplicación de fertirrigación (CF) siendo que los promedios son significativamente superiores en las dos cosechas, adversamente el promedio registrado por la no aplicación de la fertirrigación (SF) es considerado en las dos cosechas como las más bajas para la variable longitud de frutos.

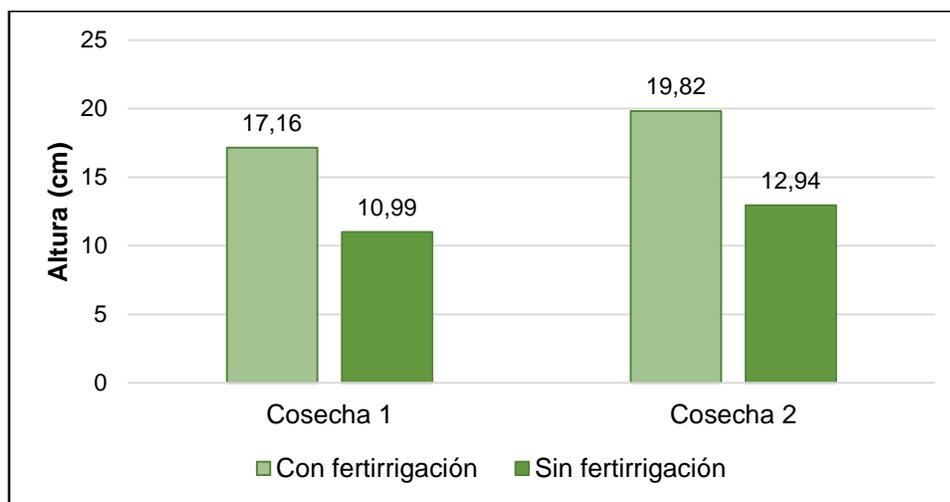


Figura 9. Prueba Duncan para factor “A”, de la variable longitud de frutos del cultivo de Paprika.

De la Figura 9 y el Cuadro 24 la prueba Duncan del factor “A” aplicación de fertirrigación, para las cosechas efectuadas se identificó dos grupos, el grupo “A” logro medias estadísticamente mayores con valores de 19.82 cm y 17.16 cm de longitud de

fruto respectivamente, las cuales estuvieron con aplicación de fertirrigación (CF) y en las propias cosechas se observan los menores promedios estadísticamente reconocidos en el grupo “B”, a los promedios de 12.94 cm y 10.99 cm de longitud de fruto respectivamente, registrados por la no aplicación de la fertirrigación (SF).

5.2.1.5. Variable diámetro de fruto por planta en dos cosechas

En relación a la variable diámetro de fruto del cultivo de Paprika bajo el efecto de la infusión de cáscara de plátano bajo el efecto de la aplicación de la fertirrigación (Factor “A” Parcela Mayor) en interacción con tres variedades (Factor “B” Parcela Menor), el promedio de las diferentes cosechas de la señalada variable es descrito en el Cuadro 25.

Cuadro 25. Promedios de la variable diámetro de frutos.

Factor A "Aplicación" Parcela Mayor	Cosecha 1			Promedio Factor A
	V1	V2	V3	
Con Fertirrigacion	2.1	1.9	1.9	2.0
Sin Fertirrigacion	1.5	1.5	1.2	1.4
Promedio del Factor B: Parcela Menor	1.8	1.7	1.6	
Factor A "Aplicación" Parcela Mayor	Cosecha 2			Promedio Factor A
	V1	V2	V3	
Con Fertirrigacion	2.3	2.2	2.1	2.2
Sin Fertirrigacion	1.7	1.6	1.4	1.6
Promedio del Factor B: Parcela Menor	2.0	1.9	1.7	

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Con respecto a los promedios obtenidos en el Cuadro 25 de la variable diámetro de fruto, se resalta el factor “A” aplicación de fertirrigación para la presente variable se identificó al mayor promedio en la segunda cosecha con la aplicación de fertirrigación (CF) con un valor de 2.3 cm, en comparación del promedio más bajo el cual se obtuvo en la primera cosecha el cual estuvo sin aplicación de la fertirrigación (SF) con un valor de 1.2 cm de diámetro de fruto.

En cuanto al factor “B” variedades en la variable diámetro de fruto tras el análisis de los promedios obtenidos por las tres variedades en estudio, se afirma lo siguiente el promedio más alto se encuentra en la segunda cosecha en la variedad Papri King (V1)

la cual obtuvo un valor de 2 cm, de modo inverso el menor promedio de diámetro de fruto se presentó en la primera cosecha en la variedad Sonora (V3) con un valor de 1.6 cm.

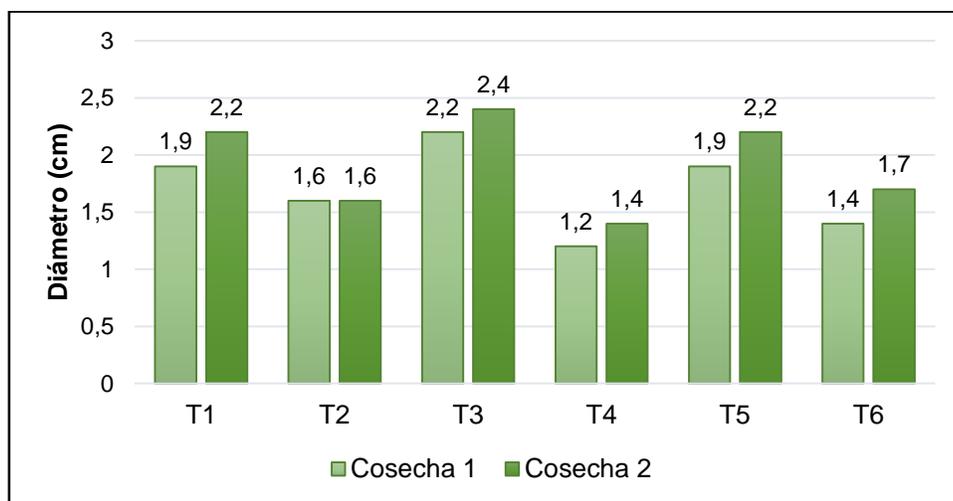


Figura 10. Promedio diámetro de fruto por tratamiento del cultivo de Paprika.

Como se observa en la anterior Figura 10 los promedios alcanzados por las dos cosechas realizadas y los tratamientos efectuados, el menor promedio fue registrado en la primera cosecha en el tratamiento cuatro (T4) con un valor promedio de 1.2 cm de diámetro de fruto, sin embargo, el mayor valor fue reconocido en la segunda cosecha en el tratamiento tres (T3) con un valor alcanzado de 2.4 cm de diámetro de fruto. Para evaluar de mejor manera la variable diámetro de fruto del cultivo de la paprika bajo el efecto de la fertirrigación y tres variedades de paprika se realizó el respectivo análisis de varianza, que se presenta a continuación en el Cuadro 26.

Cuadro 26. Análisis de varianza para la variable diámetro de fruto del cultivo de Paprika.

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Cosecha 1		Cosecha 2	
		Cuadrado Medio	P-Valué	Cuadrado Medio	P-Valué
Bloques	2	0.02	0.3162 NS	0.01	0.5991 NS
Parcela Mayor Fertirrigación	1	1.55	0.0047 *	1.81	0.0072 **
Error Parcela Mayor	2	0.01	0.6526 NS	0.01	0.5634 NS
Parcela Menor Variedades	2	0.06	0.0703 NS	0.10	0.0495 *
Interacción Factor AxB	2	0.02	0.2988 NS	3.1E-03	0.8655 NS
Error Experimental	8	0.02		0.02	
Total	17				
Coefficiente de Variabilidad		7.58%		7.77%	

** : Altamente significativo; * : significativo; NS : no significativo

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En el Análisis de Varianza presentado en el anterior Cuadro 26, muestra los coeficientes de variabilidad obtenidos en las dos cosechas las cuales presentan valores de 7.58%, y 7.77% respectivamente a cada cosecha efectuada.

Del Cuadro 26 anterior para la fuente de variabilidad bloques, no existe diferencias significativas en la primera cosecha y en la segunda cosecha.

En la situación de la primera y en la segunda cosecha se expresa que no se tuvo variación estadística entre los tres bloques producida por el gradiente de variabilidad se señala que cada bloque es diferente debido a la influencia de la temperatura presentada a largo del ambiente de la carpa solar.

En la fuente de variación Factor "A" (parcela Mayor) aplicaciones fertirrigación (CF), se presentó significancia en la primera cosecha y alta significancia en la segunda cosecha, lo cual nos indica que existieron diferencias estadísticas en el diámetro de fruto debido a la aplicación de fertirrigación, por lo cual se procedió a realizar la prueba de rangos múltiples Duncan para la variable mencionada.

En la fuente de variación Factor “B” (parcela Menor) variedades de paprika, se presentó significancia en la segunda cosecha y no presentó significancia en la primera cosecha, lo cual nos indica que existieron diferencias estadísticas en el diámetro de fruto debido al empleo de tres variedades de Paprika, por lo cual se procedió a realizar la prueba de rangos múltiples Duncan para la variable mencionada.

Cuadro 27. Prueba Duncan para el factor “A” aplicación de fertirrigación.

Factor A Aplicación de Fertirrigación	Cosecha 1		Cosecha 2	
	Media	Agrupación de medias	Media	Agrupación de medias
b1 (CF)	1.89	A	2.20	A
b2 (SF)	1.39	B	1.57	B

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Se logra valorar que se agrupan y/o separan las medias del factor en dos, indicando que si existen diferencias estadísticas entre la aplicación de fertirrigación (CF), las medias con mayor diferencia se alcanzaron por la aplicación de fertirrigación (CF) siendo que los promedios son significativamente superiores en las dos cosechas, adversamente el promedio registrado por la no aplicación de fertirrigación (SF) es considerado en las dos cosechas como las más bajas en cuanto a diámetro de frutos.

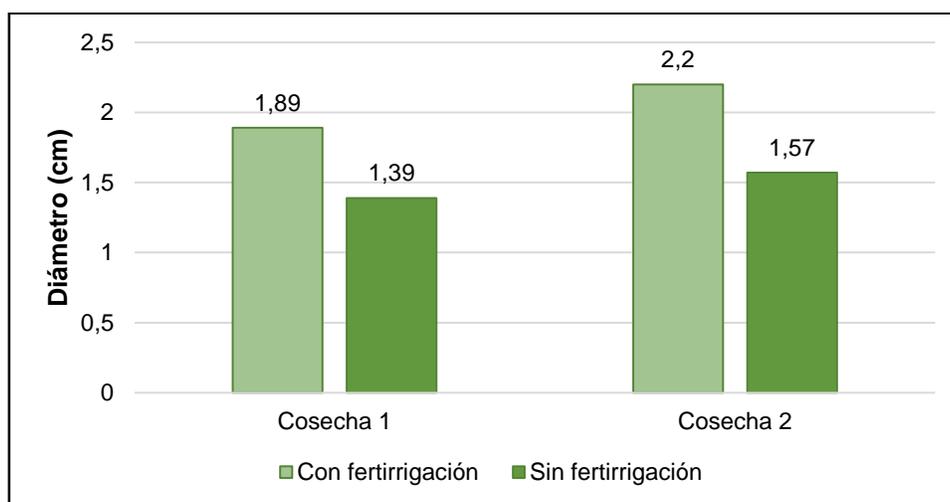


Figura 11. Prueba de medias para la variable Diámetro de frutos bajo el efecto del factor A.

De la Figura 11 y el Cuadro 27 la prueba Duncan del factor “A” aplicación de fertirrigación, para las cosechas efectuadas se identificó dos grupos, el grupo “A” logró medias estadísticamente mayores con valores de 1.89 cm y 2.22 cm de diámetro de

fruto respetivamente, las cuales estuvieron con aplicación de fertirrigación (CF) y en las propias cosechas se observan los menores promedios estadísticamente reconocidos en el grupo “B”, a los promedios de 1.39 y 1.57 cm de diámetro de fruto, registrados por la no aplicación de la fertirrigación (SF).

El diámetro del fruto depende mucho de la cantidad de nutrientes que sean asimilados por la planta y una distribución de la misma hacia el fruto y también por el riego que se le adicione, en este aspecto Maydana, (2015), menciona que el tamaño máximo dentro de cada variedad esta, en función directa del aporte de sustancias nutritivas y agua según Maydana (2015).

Uno de los requisitos para la elongación celular es la acumulación de soluto para crear el potencial osmótico interno necesario para la presión de turgencia. El potasio es el principal soluto requerido en las vacuolas para la elongación de las células debido a que aumenta el potencial osmótico favoreciendo la entrada de agua, por lo tanto, el potasio influye directamente en diámetro como también en la longitud de los frutos.

5.2.2. Variables económicas

5.2.2.1. Análisis económico Preliminar

Es considerado de mucha importancia debido a que nos proporciona información económica, procurando siempre hacer desde la perspectiva del agricultor, para poder informar los beneficios que podría obtener en términos de rentabilidad.

El análisis económico se realizó mediante los presupuestos parcial, el cálculo se efectuó considerando la producción por área neta de 45 m², el rendimiento se ajustó a una merma de producción de (-) 5%, de frutos dañados o perdidas en la cosecha.

El beneficio bruto se obtuvo con los precios promedios en el mercado tomando cuantos kilos de producción se obtuvo en cada platabanda.

De acuerdo a la metodología propuesta por CIMMYT (1988), los resultados obtenidos son los siguientes.

5.2.2.2. Rendimiento

El rendimiento productivo se determina por área experimental, es calculado de acuerdo a la cantidad de plantas por unidad total obtenido en kilogramos, extrapolado de kg/m² a kg/ha para cada tratamiento de investigación.

Cuadro 28. Rendimiento del cultivo de Paprika por kg/Ha.

	Rendimiento			Rendimiento ajustado Tn/Ha
	Kg/m2	Tn/Ha	Ajuste (-5%)	
T1	5.0	50.5	2.5	47.9
T2	4.4	44.1	2.2	41.9
T3	4.9	48.7	2.4	46.3
T4	3.5	35.1	1.8	33.3
T5	4.6	46.3	2.3	44.0
T6	5.0	49.6	2.5	47.1

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En el cuadro 28 podemos observar el rendimiento en kilogramos por m2 de cada tratamiento, donde se registra que la densidad de 5 plt/ m2, bajo un ambiente controlado registra un rendimiento 5.0 Kg/m2 siendo este el más alto (T1), el tratamiento que registra menor rendimiento es el tratamiento 4 con 3.5 Kg/m2. También se observa que el rendimiento productivo bajo el efecto de fertirrigación registra mayor rendimiento se registrando 47.9 tn/ha en tratamiento (T1), 46.3 tn/ha tratamiento 3 y 44 tn/ha en el tratamiento 5 demostrando la efectividad de la infusión de cáscara de plátano asociado con el sistema de riego.

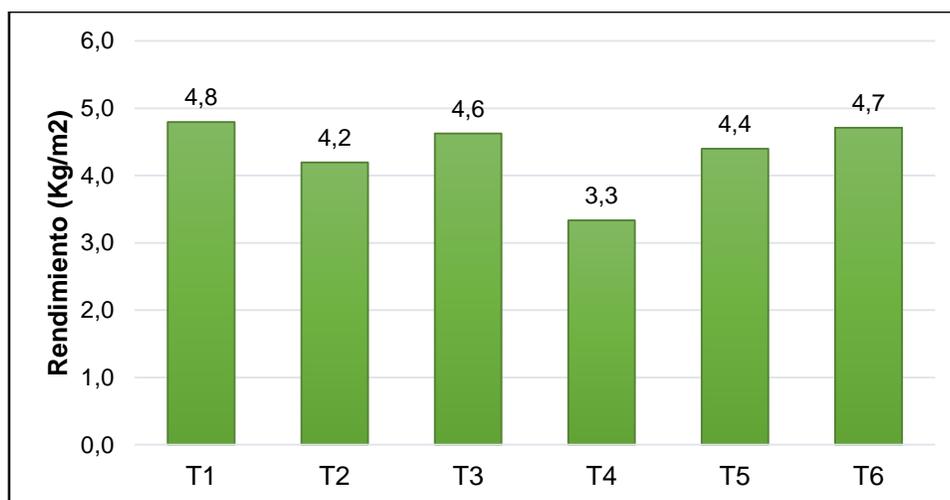


Figura 12. Rendimiento en Kg por tratamiento.

En la figura anterior se observa los rendimientos comparativos de los seis tratamientos, en las que los tratamientos uno, tres y cinco presentan mayor rendimiento a efecto de

la fertirrigación, a diferencia de los tratamientos dos, cuatro y seis que presentan un menor rendimiento en cuanto a la cantidad de frutos producidos.

Con el presente trabajo se logró obtener 4.8 kg/m² que a su vez sería 48 tn/ha. En Bolivia el rendimiento promedio alcanza las 34.8 tn/ha. Así también en estudios realizados por la FAO (2008), indica que puede alcanzar un rendimiento de 3.1 Kg/m² en cultivos hidropónicos y 2.8 Kg/m² en cultivos orgánicos a una densidad de 40 cm entre surco y 40 cm entre planta. La planta de paprika tiene un rendimiento óptimo durante dos años aproximadamente. Después de ese tiempo debe ser eliminada puesto que comienza a disminuir la cantidad y calidad de sus frutos. Además, Costa (1996), manifiesta que, en el cultivo de primavera, para ciclos de aproximadamente 300 días, los rendimientos medios pueden oscilar entre los 2 y 3 Kg/m² en frutos. En el ciclo de otoño, la producción total oscila entre 3 a 4 Kg/m² para una buena cosecha.

5.2.2.3. Ingreso Bruto

Se indican los ingresos en el Cuadro 43 del Anexo, indica que el beneficio bruto que se obtuvo tras la venta del producto, tomando en cuenta las pérdidas de producción (merma) comercializables durante el transporte y el manipuleo de los frutos cosechados en un (-) 5% del rendimiento, al 95% de los frutos que se comercializan a un precio de 35 Bs. el kilogramo de paprika.

Cuadro 29. *Ingreso bruto en relación al rendimiento obtenido.*

	Rendimiento Kg/m ²	Ajuste (-5%)	Rendimiento ajustado	Costo del Producto (Bs)	Beneficio bruto (Bs)
T1	5.2	0.3	4.9	35.0	172.9
T2	3.3	0.2	3.1	35.0	109.7
T3	4.9	0.2	4.6	35.0	161.9
T4	3.0	0.2	2.9	35.0	99.8
T5	4.6	0.2	4.4	35.0	153.9
T6	3.1	0.2	2.9	35.0	103.1

Fuente: Elaboración propia, 2023.

5.2.2.4. Costos de producción

Los Costos de Producción, son todos los recursos que participan en el proceso productivo de un bien en cantidades y en un periodo de tiempo determinado (Perrin, 1979).

5.2.2.5. Costos variables y costos fijos

Los costos variables son aquellos que varían en la producción agrícola, se incluye los insumos y la mano de obra requerida, el Cuadro 43 adjunto en anexo, muestra los costos variables efectuados en el ensayo expresado en (Bs), ya que hablamos de una producción intensiva. Observando los costos variables totales son menores en los tratamientos sin aplicación de fertirrigación por defecto de costo de la infusión de cáscara de plátano y análisis de suelo, esto debido a menor cantidad de mano de obra e insumos, haciendo un alto costo variable con relación a los tratamientos con aplicación de fertirrigación, esto debido a que se requiere mayores insumos y mano de obra.

5.2.2.6. Costos totales

Los costos totales se define como la suma de los costos fijos y los costos variables correspondientes a un proceso productivo (Perrin et al., 1982).

El costo de producción total estimado para el cultivo de paprika bajo la aplicación y no aplicación de fertirrigación, en el área total de investigación fue de 3,107 Bs.

5.2.2.7. Ingreso neto

El ingreso neto o beneficio neto es el valor de todos los beneficios de una producción que se percibirá, menos el costo total de la producción obtenida (Calatayud, 2006). Se obtuvo todos los datos del beneficio bruto para cada tratamiento por m² multiplicado por el número de ciclos de producción anual restando los costos de producción de cada tratamiento por m².

Cuadro 30. Beneficio neto en relación al rendimiento obtenido.

	Rend. Kg/m²	Ajuste (- 5%)	Rend. ajustado	Costo del Producto	Beneficio bruto	Costo total de Prod.	Beneficio neto
T1	5.2	0.3	4.9	35.0	172.9	66.9	106.0
T2	3.3	0.2	3.1	35.0	109.7	46.9	62.8
T3	4.9	0.2	4.6	35.0	161.9	66.9	95.0
T4	3.0	0.2	2.9	35.0	99.8	46.9	52.9
T5	4.6	0.2	4.4	35.0	153.9	66.9	87.0
T6	3.1	0.2	2.9	35.0	103.1	46.9	56.2

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Observando los resultados entre los tratamientos podemos indicar los siguientes resultados. El T6 alcanzó el mejor beneficio con 106 Bs/m² esto debido al alto rendimiento que presento este tratamiento, contrariamente el tratamiento que presento un valor bajo de beneficio neto fue el tratamiento 4 con un valor de 52.9 Bs/m².

5.2.2.8. Relación beneficio - costo

Terrazas (1990) citado por Alanoca (2017), refiere que, la relación beneficio/costo sirve para medir la capacidad que tiene la aplicación de un tratamiento alternativo y generar rentabilidad por cada unidad monetaria gastada. La relación beneficio/costo es la relación que existe entre el ingreso brutos (IB), sobre los costos de producción (CP), tal y como se detalla en el siguiente cuadro.

Cuadro 31. Beneficio/Costo obtenido.

	Rend. Kg/m²	Ajuste (-5%)	Rend. ajustado	Costo del Producto	BB	Costo total de Prod.	BN	B/C
T1	5.2	0.3	4.9	35.0	172.9	66.9	106.0	1.6
T2	3.3	0.2	3.1	35.0	109.7	46.9	62.8	1.3
T3	4.9	0.2	4.6	35.0	161.9	66.9	95.0	1.4
T4	3.0	0.2	2.9	35.0	99.8	46.9	52.9	1.1
T5	4.6	0.2	4.4	35.0	153.9	66.9	87.0	1.3
T6	3.1	0.2	2.9	35.0	103.1	46.9	56.2	1.2

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Como se puede observar en el cuadro 31, según los datos obtenidos la mayoría de los tratamientos presentan valores mayores a 1, es decir que los ingresos son mayores a los egresos lo que indica que son rentables.

El tratamiento 1 (con fertirrigación empleado en la variedad *Papri king*) resultó como el tratamiento más rentable con un valor de 1.6 Bs. Los resultados indican que por cada boliviano invertido se recuperó la inversión más un beneficio de 0.6 Bs, seguido del tratamiento 3 (con fertirrigación empleado en la variedad *Papri queen*) con una relación beneficio costo de 1.4 Bs. Y el tratamiento con menor beneficio costo fue el tratamiento 4 (sin fertirrigación, variedad *Papri queen*) con 1.1 Bs.

La paprika se puede considerar como un producto exótico ya que no es común encontrar este producto en los mercados, por ende, los precios son un poco elevados en relación a productos conocidos como ser morrón y locoto que pertenecen a la misma familia taxonómica de la paprika.

6. CONCLUSIONES

Por los resultados obtenidos de acuerdo a los objetivos que se plantearon en la presente investigación se llegaron a las siguientes conclusiones.

- En el interior del ambiente atemperado, durante el desarrollo del cultivo (estación de primavera) registraron temperaturas promedio oscilantes entre 6.35 °C como mínima en el mes de septiembre y 39.3 °C como máxima en el mes de marzo, sin embargo y pese a que la presente investigación detalla solo temperaturas máximas y mínimas se puede concluir en que la producción de paprika debe tener un constante monitoreo de las temperaturas durante todo el proceso de producción debido a que este factor influye directamente en la producción de la misma.
- De los análisis de suelo realizados al inicio y al final del experimento, en los parámetros químicos, la cantidad de nutrientes posterior al experimento muestran una disminución, en la platabanda sin fertirrigación pone a evidencia el desgaste de nutrientes por parte de la absorción de nutrientes del cultivo empleado.
- El efecto evaluado mediante un sistema de fertirrigación bajo la aplicación de la infusión de cáscara de plátano fueron interesantes ya que la cáscara de plátano no solo posee cantidades considerables de potasio, también presenta cantidades altas de fósforo entre los macronutrientes que favorecen el desarrollo de la planta en el área foliar como también el área radicular facilitando así la absorción de nutrientes del suelo o sustrato proporcionado, los mismos repercutieron en los resultados de variables agronómicas (prendimiento de plantines, altura de planta, diámetro de tallo de planta, número de frutos, diámetro de fruto, longitud de fruto, peso de fruto), si las aplicaciones de la infusión de cáscara de plátano se realizan antes de la emisión de botones florales se induce a la floración prematura del cultivo, la formación de frutos fue óptimo, ya que se obtuvo frutos con un muy buen peso y mayor número de frutos repercutiendo así en el rendimiento del mismo.

- De los análisis estadísticos realizados a las variables de respuesta en el diseño experimental planteado se pudo observar que no se presentó en diferentes variables el efecto de la gradiente de variabilidad (térmico), atribuido a la homogeneidad térmica a lo largo del ambiente.
- Durante la investigación los tratamientos T1, T3 y T5 que recibieron la aplicación de la infusión de cáscara de plátano cada 4 días manifestaron un mejor comportamiento en desarrollo foliar como también en las variables agronómicas evaluadas en el cultivo del paprika, los resultados en peso de fruto fueron más altos a comparación con los otros tratamientos que no fueron fertirrigados con la infusión de cáscara de plátano, estos resultados pueden estar influenciados por la aplicación de la infusión de cáscara de plátano (el potasio regula la apertura estomática), también puede influir buena preparación de sustrato, por el suelo, ya que fue el primer cultivo producido en un suelo muy descansado, el peso de los frutos también puede estar influenciado por la cantidad de agua, ya que se utilizó el sistema de riego por goteo que presenta una alta eficiencia de riego.
- De acuerdo al análisis económico, el cultivo de paprika es rentable económicamente para el tratamiento 1 (Variedad Papri King con fertirriego) con una relación B/C más alto igual a 0.6 Bs de ganancia por cada 1 Bs invertido, seguido del T3 (con fertirrigación empleado en la variedad Papri queen) con una relación beneficio costo de 1.4 Bs. Y el tratamiento con menor beneficio costo fue el T4 (sin fertirrigación, variedad Papri queen) con 1.1 Bs. Con respecto al B/C el cultivo del paprika es rentable económicamente según los datos mostrados, todos los tratamientos muestran un valor superior a 1 eso significa que hay un margen de ganancias interesantes en todos los tratamientos.

La producción del cultivo de paprika bajo un sistema de fertirrigación presenta ventajas notables dentro de la producción del mismo, por lo que podemos concluir en lo siguiente: Un sistema de Fertirrigación con la aplicación de Infusión de cáscara de plátano trae beneficios económicos y nutritivos a la ciudadanía, es decir se obtiene un producto de calidad y cantidad para el consumidor.

7. RECOMENDACIONES

De la presente investigación se recomienda lo siguiente:

- Frente a los cambios climáticos se recomienda emplear la técnica de fertirrigación, siendo que pone a disponibilidad los nutrientes requeridos por las plantas, generando mayores rendimientos y una reducción en el gasto de agua y nutrientes.
- Para la producción del cultivo de la paprika se recomienda sembrar las variedades *Papri king* y *Papri queen*, por su superioridad en cuanto a tamaño y en rendimiento.
- Realizar el análisis de suelo al inicio del empleo de la técnica de fertirrigación para conocer la disponibilidad de nutrientes en el suelo y las propiedades físico-químicas.
- En cuanto a los resultados obtenidos por la presente investigación se recomienda el empleo de la infusión de cascara de plátano a diferentes frecuencias de riego para la producción de paprika, puesto que estas frecuencias podrían proporcionar efectos diferentes a los ya descritos en esta investigación.
- Tomar en cuenta la estacionalidad de la producción de Paprika ya que es altamente sensible a cambios bruscos de temperatura.
- Revisar las instalaciones del sistema riego y de fertirrigación periódicamente, para evitar las obstrucciones en la totalidad el sistema y en los emisores concretamente.
- Realizar investigaciones con aplicación de fertirrigación con diversas dosis y épocas del año con el fin de determinar límites de la aplicación de fertilizantes..
- Efectuar estudio de mercado respecto a la demanda, oferta, costos de mercado, parámetros de calidad del producto del cultivo de Paprika.

8. BIBLIOGRAFIA

- ADENEA Y WWF. (2005). Curso de riego para agricultores. Técnicas de riego. pp 9-13.
- Agriinter. (2010). El negocio de la Páprika. (En línea). Consultado el 30 julio 2018. Disponible en: <http://agriinter.pe/productos>.
- Alanoca, L. (2017). Efecto del abono orgánico líquido aeróbico en la producción del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.), en la Estación Experimental de Patacamaya. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- Alpi, A. (1991). Cultivo en invernadero, Tercera edición. Ediciones Mundi. Impresa Madrid España. pp. 56 -79.
- Álvarez y Chang (1990). Economía para Hortalizas. Primera Edición. Editorial Las Casas. Cochabamba Bolivia. pp 61-62.
- Bello, M. (2000). Metodologías de fertirrigación. Boletín INIA N° 19. Punta Arenas, Chile. pp. 7-8
- Bernat, C. Andrés, J. Martínez, J. (1987). Invernaderos. Primera Edición. Editorial AEDOS. Barcelona España. pp.17 -28.
- Botanical. (2019). Botánica de las plantas. 3 – 4 pp. (En línea). Consultado el 28 febrero 2019. Disponible en: <http://www.botanical-online.com>
- Cadahia, L. (2000). Fertirrigación Cultivos Hortícola y Ornamentales. Segunda edición Ediciones Mundi - Prensa. Barcelona. pp 66-259.
- Calvo, F. (2020). Tipos de Fertilizantes Líquidos. Segunda Edición. Editorial Sennig. La Paz Bolivia. 23 pp.
- CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal), 2012. Guía técnica del cultivo de chile dulce. Libertad, Salvador. 1 – 49 pp.
- CENTA. (2012). (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). Guía técnica del cultivo de chile dulce. Libertad, Salvador. pp 1-49.
- CENTA. (2012). Guía técnica del cultivo de chile dulce. Libertad, Salvador. pp 1–49.
- Chilon, E. (1997). Fertilidad de suelos y nutrición de plantas. Ediciones CIDAT. Primera reimpresión. La Paz – Bolivia. 26 – 73 pp. CHILON, E. 1997. Fertilidad de suelos y nutrición de plantas. Ediciones CIDAC La Paz- Bolivia. pp.170 -185.
- Chipana, R. (1996). Principios de Riego y Drenaje IRTEC. La Paz, Bolivia. 202 pp.
- Costa, J. (1996). Cultivo de Pimiento. Colección Compendios de Horticultura. Edición de Horticultura. Madrid - España. pp 85 – 91.

- CYMMYT ,(1998). Un manual metodológico de evaluación económica, Mexica D.F. 79 pp
- Diestra, E. (2017). Efecto de tres dosis de solución de cascara de plátano en el rendimiento de beta vulgaris L. var. Early wonder tall top en Huayatan, Santiago de Chuco, La Libertad. Tesis de grado. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.
- Dominguez, A. (1996). Fertirrigación, Segunda edición, Ediciones Mundi–Prensa. Barcelona. p. 50-51.
- Dorado, R. (2017). Efecto del Té de Plátano y Té de Estiércol en el comportamiento agronómico y producción del cultivo de girasol (*Helianthus annuus L.*)” en la zona de Pangua”. Tesis de grado. Universidad de Quevedo, Los Ríos, Ecuador.
- Ecoagricultor. (2014). Fertilizante ecológico casero rico en potasio. Obtenido de <http://www.ecoagricultor.com/abono-ecologico-casero-rico-en-potasio/>
- EDUCA (2016). Localización geográfica “Provincia Murillo”. Primera Edición. Editorial Don Bosco. La Paz Bolivia. 12 pp.
- FAO (1985). Indicadores de Solubilidad en aguas. La Paz, Bolivia. pp 21 – 23.
- FAO. (2004). Manual de micro huertas en Venezuela. 24 p.
- FAO. (2007). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y el Medio Ambiente, La Agricultura y el Medio Ambiente. La Paz- Bolivia pp 40-44.
- FAO. (2008). Producción de páprika en Micro Huertas. La Paz, Bolivia. pp 20-21.
- FAO. (2012). Manejo de Carpas Solares. La Paz, Bolivia. pp 9 – 12.
- FCA. (2012). Labores culturales dentro del ciclo productivo agrpcola. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Córdova. pp 1-2.
- FCA. (2019). Requerimientos Hídricos en Hortalizas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Córdova. pp 5-9.
- FDTA. (2007). Manual de cultivo. Tercera Edición. Fundación para el Desarrollo Tecnológico y Agropecuario. Cochabamba, Bolivia. 72 p.
- Flores, J. (1996). Carpas Solares. Técnicas de Construcción. Editorial Huellas La Paz, Bolivia. pp 10-28.
- Frito, T. (2014). Cómo hacer t de banana para dar nutrientes a nuestras plantas y flores. Obtenido de <https://ecoinventos.com/te-de-platano/>
- Fuentes, J.(1998). Técnica de Riego. Ministerio de agricultura, Pesca y Alimentación. Tercera edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. pp. 286-430.

- Galván, J. (2007). Producción de Paprika con sustratos orgánicos e inorgánicos bajo condiciones de invernadero. Tesis de grado. Universidad Autónoma Agraria Antonio Navarro, Torreón, México.
- Gomez, P. (1979). Riegos a presión. Aspersión y Goteo. Segunda Edición. Editorial Mundi, Prensa Aedos. Barcelona. pp 141-193.
- Gonsales, K. R. (2014). Producción de pepino bajo invernadero. Manual. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, Colombia.
- Guzman, M. (1993). Construcción y manejo de invernaderos, Memorias. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia. pp 3-7.
- Hartman, F. (1990). Invernaderos y Ambientes Atemperados. FADES. La Paz – Bolivia. 131 pp.
- Herrera, F., Velasco, C., Denen, H., & Radulovich, R. (1994). Fundamentos de análisis económico. Turrialba - Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de investigación y Enseñanza.
- IGM, (2007). Atlas Digital de Bolivia – La Paz, (en línea). Consultado el 30 de noviembre de 2012. Disponible en: www.igmlapaz.com.
- Infocampo. (2021). Los siete fertilizantes orgánicos caseros más eficientes para tu huerta. Obtenido de <https://www.infocampo.com.ar/los-siete-fertilizantes-organicos-caseros-mas-eficientes-para-tu-huerta/>
- INFOJARDIN. (2014). Malezas en el Cultivo. 2 p. (En línea). Consultado el 28 febrero 2019. Disponible en: <http://www.infojardin.com/Plaga-enfermedad.htm>
- Jaguer, Jimenes y Amaya, (2011). La cadena de valor de los ajies nativos de Bolivia. 8 pp.
- Kafkafi, E. (2005). Sistemas de Riego en Hortalizas. Primera Edición, Ediciones Luz. Quito, Ecuador. pp 45-46.
- Loayza, D., (2001). Botánica, producción y manejo de cultivo. Primera Edición. La Paz, Bolivia. pp 25 –78.
- López, J. (2002). Técnico en Agricultura. Ediciones CULTURALES. S.A. Primera Edición tomo uno. Madrid. España. 186 pp.
- López, J. R. (1997). Riego Localizado. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Segunda edición. Ediciones Mundi-prensa. España. 19 pp.
- Mamani, R. (2016). Evaluación del efecto de diferentes niveles de sustrato de dos variedades híbridas de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) bajo sistema hidropónico en el centro experimental Cota Cota. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

- Mamani, R. V. P. (2014). Evaluación de tres densidades de siembra en dos variedades de Paprika (*Capsicum annum* L.) en ambiente atemperado en el centro experimental de cota cota. Tesis de grado. U.M.S.A. Fac. De Agronomía. La Paz-Bolivia.
- Maroto, J., (1986). Horticultura herbácea y especial. Ediciones. Mundi-Prensa 5ta edición. Madrid, España. 590 pp.
- Maroto, J.V. (1995). Horticultura Herbácea Especial. Cuarta edición. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. pp 216-224.
- Martines, Mauggridge, Carbajal, Jerres, Sanches, (2007). FDTA Valles (Fundación para el Desarrollo Tecnológico y Agropecuario de los Valles). Manual de cultivo. Tercera Edición. Cochabamba, Bolivia. 72 p.
- Martinez, O. S. T. (2006). Evaluación del abono liquido en el manejo ecológico del cultivo de brócoli (*brassica oleracea* var. *itálica*). Tesis de grado. U.M.S.A. Fac. De Agronomía. La Paz-Bolivia. pp 60-68.
- Maydana, F. (2015). Evaluación del ritmo de crecimiento y desarrollo de dos variedades de pepinillo (*cucumis sativus*) a diferentes niveles de abono de ovino y su efecto sobre el suelo, en ambiente atemperado en la estación de Cota Cota. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- Medina, S. (1988). Riego por Goteo, Teoría y Práctica. Mundi prensa. Madrid, España. p 15-18.
- Mokate, R. (1998). Índices de Rentabilidad para hortalizas. Primera edición. Editorial Cercado. Cochabamba Bolivia. pp 56-59.
- Moya, T. (1998). Riego Localizado y Fertirrigación. Segunda edición, Ediciones Mundi Prensa. México. pp 74-201.
- Nicho, P. (2009). Manejo Técnico del Cultivo de Paprika. Lima, Perú. pp 73-89.
- Nuez, F., GIL, R. y Costa, J. (1996). El cultivo de Pimientos, Chiles y Ajíes. Ediciones Mundi - Prensa. Madrid - España. pp 217 – 220.
- Ortiz, A. (1992). Rentabilidad en Hortalizas. Primera Edicion. Editorial Amanecer. Cochabamba Bolivia. 45 pp.
- PACAJES, S. (2008). Poda de formación y selección del número de frutos en diferentes horquillas bajo carpa solar para la producción de semilla pimentón. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- Paye, V. (2005). I Curso práctico de hidroponía Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía La Paz Bolivia pp. 27-29.
- Perrin, et al. (1988). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Publicado por CIMMYT. Programa de Economía. 24 pp.

- Petoseed, L., (1990). Cultivo de pimiento al aire libre. Tercera Edición. Chile. 4 pp.
- Pizarro, C. (1987). Riego localizado de Alta Frecuencia, Goteo, Micro aspersion y exudación. Ediciones Mundi prensa. Madrid, España. 460 pp.
- PLAGBOL. (2019). Plaguicidas Bolivia. (En línea). Consultado el 23 agosto 2022. Disponible en: <http://plagbol.com/controlplagas>
- Pliego, F. (1999). Fundamentos de inferencia estadística. (pág. 25-28). Playa Palo de Santa Rita Sur. La Paz, Baja California Sur, México.
- Porco, F. Y Terrazas, J. (2009). Horticultura aplicaciones prácticas. La Paz, Bolivia. pp. 79-81.
- PROINPA. (2007). Manual de Cultivos. Cochabamba-Bolivia, pp 46-71.
- Restrepo, A. (2002). Biofertilizantes o biopreparados. Primera Edición. Editorial Nueva Vida. Cochabamba Bolivia. pp 86-89.
- Rivera, N. (2015). Evaluación de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cultivadas con la técnica hidropónica de flujo laminar de nutrientes (NFT) en el centro experimental de Cota Cota - La Paz. Tesis de grado presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniero Agrónomo. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. 29-36 pp.
- Rocabado, C. Y. (2001). Comportamiento agronómico de dos variedades de pimentón (*Capsicum annuum* L.), con podas de desarrollo bajo un sistema hidropónico en el Centro Experimental de Cota Cota. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- Rodrigo, J. (1997). Riego Localizado. Ministerio de agricultura, Pesca y Alimentación. Segunda edición Ediciones Mundi, Prensa. México. pp 106 -107.
- Rodriguez, F. (1982). Fertilizantes y Nutrición Vegetal, DC AGT. Editor S.A. México, D.F., pp 123 – 125.
- Rodriguez, S. (1982). Fertilizantes y Nutrición Vegetal. Editorial AGTSA México. D.F. México. 33 pp.
- Sánchez, A. (1970). El pimiento, economía, producción, comercialización. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 36 pp.
- Sanchez, M. (2007). Catálogo de clasificación sistemática de vasculares superiores - Gimnospermas y Angiospermas, Madrid, España. 11 pp.
- SCRIBD. (2012). (En línea). Consultado el 8 agosto 2012. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/71819096/EI-Cultivo-Del-Aji-Paprika>
- SENAMHI, (2003). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología La Paz, Bolivia 56 pp.

- Serrano C. Z. (1979). Cultivo de la Paprika. Publicaciones de Extensión Agraria. Bravo Murillo, Madrid. pp 1-19.
- SIAR. (2005). Fertirrigación. Hoja informativa N°11. Castillo la Mancha, España. pp1-4.
- SINALOA, (2019). Manual de virus. Universidad Autónoma Sinaloa. (En línea). Consultado el 28 febrero 2019. Disponible en: <http://www.sinaloa.net1/manual-de-virus>
- Uchazara, L. (2018). Evaluación de dos variedades de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) con tres niveles de fertilizante foliar "Vigortop" en ambiente protegido en el Centro Experimental de Cota Cota. Tesis de grado. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- Valdez, F. (2008). Efecto de fertirrigación en el comportamiento agronómico de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) bajo ambiente atemperado en la localidad de Viacha. Tesis de grado presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniero Agrónomo. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. pp 14-18.
- Villarivau, A y Gonzales, J., (1999). Planteles, semilleros, viveros. Ediciones de Horticultura, S.L. Madrid, España. 271 pp.

ANEXOS

Cuadro 32. Clasificación de nutrientes categorizarlas según Chilón, (1997) y FAO (2005).

Parámetros químicos	Denominación	Rango
	Extremadamente ácido	Menor a 4,5
	Muy fuertemente ácido	4,5 a 5,0
	Fuertemente ácido	5,1 a 5,5
	Moderadamente ácido	5,6 a 6,0
pH Acuoso	Ligeramente ácido	6,1 a 6,5
	Neutro	6,6 a 7,3
	Ligeramente alcalino	7,4 a 7,8
	Moderadamente alcalino	7,9 a 8,4
	Fuertemente alcalino	8,5 a 9
	Muy fuertemente alcalino	Mayor a 9
	No Salino	Menor a 2
Conductividad eléctrica en Mmhos/cm	Ligeramente salino	2 a 4
	Moderadamente salino	4,1 a 8
	Fuertemente salino	8,1 a 16
	Muy fuertemente salino	Mayor a 16
	Bajo	Menor a 0,1
Nitrógeno total en %	Medio	0,1 a 0,2
	Alto	Mayor a 0,2
	Bajo	0 a 6
Fosforo disponible en ppm	Medio	7 a 14
	Alto	Mayor a 14
	Bajo	Menor a 123
Potasio intercambiable en ppm	Medio	124-242
	Alto	Mayor a 242
	Muy Bajo	Menor a 5
	Bajo	5,1 a 10,0
Capacidad de intercambio catiónico en Meq-g/100g S⁰	Medio	10,1 a 15,0
	Alto	15,1 a 20,0
	Muy Alto	Mayor a 20
	Bajo	1 a 2
Saturación de bases en %	Medio	2 a 14
	Alto	Mayor a 15

Cuadro 33. Clasificación del Potencial del agua.

Problema Potencial	Unidades	Grado de Restricción de Uso		
		Ninguno	Ligero a Moderado	Severo
Salinidad (afecta la disponibilidad de agua al cultivo) C.E. ar* TSD	DS/m mg/l	< 0.7 < 450	0.7 – 3.0 450 – 2000	> 3.00 > 2000
Infiltración (afecta la tasa de infiltración del agua en el suelo) SAR = 0 – 3 y C.E. ar = 3 – 6 = 6 – 9 = 12 – 20 = 20 – 40		> 7 > 1.2 > 1.9 > 2.9 > 5.0	0.7 – 0.2 1.2 – 0.3 1.9 – 0.5 2.9 – 1.3 5.0 – 2.9	< 0.2 < 0.3 < 0.5 < 1.3 < 2.9
Toxicidad Ión Específico (afecta la sensibilidad del cultivo) Sodio (Na+) Cloro (Cl-) Boro (B)	SAR Meq/l Mg/l	< 3 < 4 < 0.7	3 – 9 4 – 10 0.7 – 3.0	> 9 > 10 > 3.0
Efectos Misceláneos (afecta la suceptibilidad del cultivo) Nitrógeno (N-NO ₃ ⁻) Bicarbonato (HCO ₃ ⁻) PH	mg/l meq/l	< 5 < 1.5	5 – 30 1.5 – 8.5	>30 >8.5
		Rango Normal 6.5 – 8.4		

* mmhos/cm = dS/m

Cuadro 34. Temperaturas Registradas dentro del ambiente de ensayo.

FECHA	MINIMA	MAXIMA	MEDIA
1/10/2021	6,1	35,5	20,8
3/10/2021	6,4	36	21,2
7/10/2021	7,2	37,2	22,2
10/10/2021	6,5	38	22,3
13/10/2021	5,1	36	20,6
17/10/2021	7	35	21,0
20/10/2021	6,2	40	23,1
23/10/2021	6,7	36	21,4
27/10/2021	6,1	37,2	21,7
30/10/2021	6,2	38,6	22,4
3/11/2021	7,2	41	24,1
7/11/2021	7,4	39,7	23,6
11/11/2021	7	39,2	23,1
15/11/2021	7,6	40	23,8
19/11/2021	8	41,1	24,6
23/11/2021	7,2	39,9	23,6

27/11/2021	8,8	39,7	24,3
1/12/2021	9	42,2	25,6
5/12/2021	10	42	26,0
9/12/2021	11	41	26,0
13/12/2021	10	40,6	25,3
17/12/2021	9	39,9	24,5
21/12/2021	8	38	23,0
25/12/2021	7,2	42,5	24,9
29/12/2021	11,8	43,6	27,7
2/1/2022	11	40	25,5
6/1/2022	11,2	41	26,1
10/1/2022	10,7	43	26,9
14/1/2022	11,5	40	25,8
18/1/2022	9,6	41	25,3
22/1/2022	11	39,9	25,5
26/1/2022	10	38,7	24,4
30/1/2022	11,9	39,9	25,9
3/2/2022	10,8	41,3	26,1
7/2/2022	10,7	40	25,4
11/2/2022	11	39,6	25,3
15/2/2022	11,3	39,6	25,5
19/2/2022	11,4	40	25,7
23/2/2022	11,8	41,4	26,6
27/2/2022	12	41	26,5
3/3/2022	11,5	42	26,8
7/3/2022	11	39,7	25,4
11/3/2022	11,9	39	25,5
14/3/2022	12,2	38,8	25,5

Cuadro 35. Datos registrados “Variable Porcentaje de prendimiento”

TRAT.	FACTOR A	FACTOR B	BLOQUE	VIVOS	MUERTOS	VIVOS	MUERTOS	VIVOS	MUERTOS
T1	a3	b1	B1	11	1	10	2	10	2
T3	a1	b1	B1	12	0	12	0	11	1
T5	a2	b1	B1	11	1	11	1	10	2
T1	a2	b1	B2	12	0	12	0	12	0
T3	a1	b1	B2	12	0	12	0	12	0
T5	a3	b1	B2	12	0	12	0	12	0
T1	a1	b1	B3	12	0	12	0	12	0
T3	a3	b1	B3	10	2	10	2	9	3
T5	a2	b1	B3	10	2	9	3	7	5

Cuadro 36. Porcentaje de Prendimiento posterior al trasplante de Paprika.

TRAT.	FACTOR A	FACTOR B	BLOQUE	VIVOS	MUERTOS	VIVOS	MUERTOS	VIVOS	MUERTOS
T2	a1	b2	B1	8	4	8	4	7	5
T4	a3	b2	B1	9	3	9	3	8	4
T6	a2	b2	B1	10	2	10	2	9	3
T2	a2	b2	B2	10	2	10	2	10	2
T4	a3	b2	B2	11	1	11	1	10	2
T6	a1	b2	B2	12	0	12	0	12	0
T2	a2	b2	B3	12	0	12	0	12	0
T4	a3	b2	B3	7	5	6	6	6	6
T6	a1	b2	B3	7	5	6	6	6	6

Cuadro 37. Registro de datos variable Altura de Planta final (cm).

Variable Altura de Planta Final (cm)				
TRATAMIENTO	BLOQUE	pma	pme	Var 1
1	B1	b1	a3	125,22
2	B1	b2	a1	121,00
3	B1	b1	a1	126,83
4	B1	b2	a3	114,83
5	B1	b1	a2	125,44
6	B1	b2	a2	114,67
1	B2	b1	a2	120,00
2	B2	b2	a2	113,89
3	B2	b1	a1	130,17
4	B2	b2	a3	120,50
5	B2	b1	a3	120,28
6	B2	b2	a1	118,56
1	B3	b1	a1	116,61
2	B3	b2	a2	113,89
3	B3	b1	a3	120,33
4	B3	b2	a3	118,28
5	B3	b1	a2	113,89
6	B3	b2	a1	110,67

Cuadro 38. Registro de datos variable diámetro de tallo (cm).

Diámetro de tallo (cm)				
TRATAMIENTO	BLOQUE	pma	pme	Var 2
1	B1	b1	a3	2,60
2	B1	b2	a1	2,21
3	B1	b1	a1	2,36
4	B1	b2	a3	2,07
5	B1	b1	a2	2,52
6	B1	b2	a2	2,12
1	B2	b1	a2	2,47
2	B2	b2	a2	2,09
3	B2	b1	a1	2,37
4	B2	b2	a3	2,03
5	B2	b1	a3	2,57
6	B2	b2	a1	2,14
1	B3	b1	a1	2,48
2	B3	b2	a2	2,09
3	B3	b1	a3	2,39
4	B3	b2	a3	1,94
5	B3	b1	a2	2,53
6	B3	b2	a1	2,16

Cuadro 39. Registro de datos variable número de frutos (unidades).

Variable Numero de Frutos (unidades)					
TRATAMIENTO	BLOQUE	pma	pme	Var 3 C1	Var 3 C2
1	B1	b1	a3	16	20
2	B1	b2	a1	13	16
3	B1	b1	a1	19	22
4	B1	b2	a3	12	16
5	B1	b1	a2	14	16
6	B1	b2	a2	11	13
1	B2	b1	a2	22	26
2	B2	b2	a2	11	13
3	B2	b1	a1	24	32
4	B2	b2	a3	9	11
5	B2	b1	a3	16	17
6	B2	b2	a1	9	12
1	B3	b1	a1	19	23
2	B3	b2	a2	12	13
3	B3	b1	a3	17	20

4	B3	b2	a3	9	12
5	B3	b1	a2	17	19
6	B3	b2	a1	12	15

Cuadro 40. Registro de datos peso de frutos en dos cosechas (g).

VARIABLE PESO DE FRUTOS EN DOS COSECHAS					
TRATAMIENTO	BLOQUE	pma	pme	Var 4 C1	Var 4 C2
1	B1	b1	a3	434	530
2	B1	b2	a1	371	479
3	B1	b1	a1	470	572
4	B1	b2	a3	273	338
5	B1	b1	a2	467	509
6	B1	b2	a2	271	345
1	B2	b1	a2	488	624
2	B2	b2	a2	352	420
3	B2	b1	a1	562	712
4	B2	b2	a3	169	221
5	B2	b1	a3	416	474
6	B2	b2	a1	253	295
1	B3	b1	a1	494	477
2	B3	b2	a2	390	402
3	B3	b1	a3	362	405
4	B3	b2	a3	232	279
5	B3	b1	a2	364	399
6	B3	b2	a1	377	415

Cuadro 41. Registro de datos variable longitud de frutos (cm).

VARIABLE LONGITUD DE FRUTOS (cm)					
TRATAMIENTO	BLOQUE	pma	pme	Var 5 C1	Var 5 C2
1	B1	b1	a3	15	17
2	B1	b2	a1	13	15
3	B1	b1	a1	19	24
4	B1	b2	a3	9	11
5	B1	b1	a2	17	19
6	B1	b2	a2	12	14
1	B2	b1	a2	19	20
2	B2	b2	a2	14	15
3	B2	b1	a1	18	18
4	B2	b2	a3	8	10

5	B2	b1	a3	17	22
6	B2	b2	a1	13	16
1	B3	b1	a1	17	25
2	B3	b2	a2	13	14
3	B3	b1	a3	16	18
4	B3	b2	a3	8	10
5	B3	b1	a2	17	16
6	B3	b2	a1	9	11

Cuadro 42. Registro de datos variable Diámetro de fruto (cm).

VARIABLE DIAMETRO DE FRUTO (cm)					
TRATAMIENTO	BLOQUE	pma	pme	Var 6 C1	Var 6 C2
1	B1	b1	a3	2	2
2	B1	b2	a1	2	2
3	B1	b1	a1	2	2
4	B1	b2	a3	1	1
5	B1	b1	a2	2	2
6	B1	b2	a2	1	2
1	B2	b1	a2	2	2
2	B2	b2	a2	2	2
3	B2	b1	a1	2	2
4	B2	b2	a3	1	2
5	B2	b1	a3	2	2
6	B2	b2	a1	2	2
1	B3	b1	a1	2	2
2	B3	b2	a2	2	2
3	B3	b1	a3	2	2
4	B3	b2	a3	1	1
5	B3	b1	a2	2	2
6	B3	b2	a1	1	2

Cuadro 43. Costo Total de Producción.

COSTOS DE PRODUCCION					
A	COSTOS FIJOS				
I	Insumos	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (Bs)	Costo Total (Bs)
1	Semillas de Paprika (Variedad <i>Papri king</i>)	onza	0,5	50	25
2	Semillas de Paprika (Variedad <i>Papri queen</i>)	onza	0,5	50	25
3	Semillas de Paprika (Variedad <i>Sonora</i>)	onza	0,5	70	35
4	Platano	0	0	0	0
5	Jabon	unidad	5	3	15
6	Canela	unidad	5	5	25
7	Romero	unidad	5	5	25
8	Analisis de Suelo	Unidad	1	250	250
9	Agua	m3	12,5	1,8	22,5
10	Alquiler de invernadero	mes	5	100	500
Sub Total					922,5
II	Material de Trabajo				
1	Mochila Aspersora (20 litros)	unidad	1	20,0	20,0
2	Mulch (bolsas de leche)	metros	20	0,1	2,7
3	Malla Semi Sombra	metros	5	2,0	10,0
4	Malla Anti Helada	metros	20	1,3	26,7
5	Venturi	pieza	1	60,0	60,0
6	Filtros de anillas	unidad	2	60,0	120,0
7	Tubo PVC	metros	6	3,3	20,0
8	Llaves de paso	piezas	3	4,0	12,0
9	Poli tubo	metros	6	6,7	40,0
10	Acoples codo	unidad	6	1,1	6,4
11	Acoples T	unidad	3	1,6	4,8
12	Cintas de goteo	metros	120	0,4	48,0
13	Tarrajias	piezas	1	3,3	3,3
14	Termómetro	piezas	2	20,0	40,0
15	Baldes	unidad	5	6,7	33,3
Sub Total					447,2
III	Material de Gabinete				
1	Tablero de Campo	unidad	1	15	15,0
3	Hojas Bond	paquete	1	23	23,0
Sub Total					38,0
IV	Mano de Obra				
1	Siembra	jornal	0,1	20	2,0
2	Transplante	jornal	0,5	30	15,0
3	Labores Culturales	jornal	4	60	240,0
4	Cosecha	jornal	4	80	320,0
Sub Total					577,0
V	Actividades de Investigacion				
1	Preparacion de Solucion Madre	jornal	0,2	50	10,0
2	Aplicación de Solucion Madre	jornal	0,2	50	10,0
3	Toma de Datos	jornal	1	50	50,0
Sub Total					70,0
VI	Transporte y Comercialización				
1	Traslado	viajes	4	70	280,0
2	Comercialización	jornal	8	70	560,0
Sub Total					840,0
TOTAL					2824,7
VI	Gastos Imprevistos 10%				
					282,47
COSTO TOTAL CON FERTIRRIGACION (Bs)					3107,2
I.B				4126,5	
I.N.				1019,3	
B/C				1,33	
Rendimiento				117,9	

Cuadro 44. Costo parcial de producción “Con Fertirrigación”.

COSTOS DE PRODUCCION CON FERTIRRIGACION					
A	COSTOS FIJOS				
I	Insumos	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (Bs)	Costo Total (Bs)
1	Semillas de Paprika (Variedad Papri King)	onza	0,25	50	12,5
2	Semillas de Paprika (Variedad Papri Queen)	onza	0,25	50	12,5
3	Semillas de Paprika (Variedad Sonora)	onza	0,25	50	12,5
4	Plátano	cabeza	0	0	0
5	Jabón	unidad	2,5	3	7,5
6	Canela	unidad	2,5	5	12,5
7	Romero	unidad	2,5	5	12,5
8	Análisis de Suelo	Unidad	0,5	250	125
9	Agua	m3	7,25	1,8	13,05
10	Alquiler de invernadero	mes	5	80	400
	Sub Total				608,05
II	Material de Trabajo				
1	Mochila Aspersora (20 litros)	unidad	0,5	20,0	10,0
2	Mulch (bolsas de leche)	metros	10	0,1	1,3
3	Malla Semi Sombra	metros	2,5	2,0	5,0
4	Malla Anti Helada	metros	10	1,3	13,3
5	Venturi	pieza	0,5	60,0	30,0
6	Filtros de anillas	unidad	1	60,0	60,0
7	Tubo PVC	metros	3	3,3	10,0
8	Llaves de paso	piezas	2	4,0	8,0
9	Poli tubo	metros	3	6,7	20,0
10	Acoples codo	unidad	3	1,1	3,2
11	Acoples T	unidad	1,5	1,6	2,4
12	Cintas de goteo	metros	60	0,4	24,0
13	Tarrajas	piezas	0,5	3,3	1,7
14	Termómetro	piezas	2	20,0	40,0
15	Baldes	unidad	2,5	6,7	16,7
	Sub Total				245,6
III	Material de Gabinete				
1	Tablero de Campo	unidad	0,5	15	7,5
2	Hojas Bond	paquete	0,5	23	11,5
	Sub Total				19,0
IV	Mano de Obra				
1	Siembra	jornal	0,05	20	1,0
2	Transplante	jornal	0,25	30	7,5
3	Labores Culturales	jornal	3	60	180,0
4	Cosecha	jornal	2	80	160,0
	Sub Total				348,5
V	Actividades de Investigacion				
1	Preparacion de Solucion Madre	jornal	0,1	50	5,0
2	Aplicación de Solucion Madre	jornal	0,1	50	5,0
3	Toma de Datos	jornal	0,5	50	25,0
	Sub Total				35,0
VI	Transporte y Comercialización				
1	Traslado	viajes	2	70	140,0
2	Comercialización	jornal	4	70	280,0
	Sub Total				420,0
	TOTAL				1676,2
VI	Gastos Imprevistos 10%				
					167,615
	COSTO TOTAL CON FERTIRRIGACION (Bs)				
					1843,8
	Rendimiento		72,3		
	IB		2530,5		
	IN		686,7		
	B/C		1,4		

Cuadro 45. Costo parcial de producción “Sin Fertirrigación”.

COSTOS DE PRODUCCION SIN FERTIRRIGACION					
A	COSTOS FIJOS				
I	Insumos	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (Bs)	Costo Total (Bs)
1	Semillas de Paprika (Variedad Papri King)	onza	0,25	50	12,5
2	Semillas de Paprika (Variedad Papri Queen)	onza	0,25	50	12,5
3	Semillas de Paprika (Variedad Sonora)	onza	0,25	70	17,5
5	Jabon	unidad	2,5	3	7,5
6	Canela	unidad	2,5	5	12,5
7	Romero	unidad	2,5	5	12,5
8	Analisis de Suelo	Unidad	0,5	250	125
9	Agua	m3	5,25	1,8	9,45
10	Alquiler de invernadero	mes	5	80	400
Sub Total					609,45
II Material de Trabajo					
1	Mochila Aspersora (20 litros)	unidad	0,5	20,0	10,0
2	Mulch (bolsas de leche)	metros	10	0,1	1,3
3	Malla Semi Sombra	metros	2,5	2,0	5,0
4	Malla Anti Helada	metros	10	1,3	13,3
5	Venturi	pieza	0	0,0	0,0
6	Filtros de anillas	unidad	0	0,0	0,0
7	Tubo PVC	metros	3	3,3	10,0
8	Llaves de paso	piezas	1,5	4,0	6,0
9	Poli tubo	metros	3	6,7	20,0
10	Acoples codo	unidad	3	1,1	3,2
11	Acoples T	unidad	1,5	1,6	2,4
12	Cintas de goteo	metros	60	0,4	24,0
13	Tarrajás	piezas	0,5	3,3	1,7
14	Termómetro	piezas	1	20,0	20,0
15	Baldes	unidad	2,5	6,7	16,7
Sub Total					133,6
III Material de Gabinete					
1	Tablero de Campo	unidad	0,5	15	7,5
2	Hojas Bond	paquete	0,5	23	11,5
Sub Total					19,0
IV Mano de Obra					
1	Siembra	jornal	0,05	20	1,0
2	Transplante	jornal	0,25	30	7,5
3	Labores Culturales	jornal	2	60	120,0
4	Cosecha	jornal	2	80	160,0
5	Actividades de Invernadero	jornal	2	80	160,0
V Actividades de Investigacion					
1	Preparacion de Solucion Madre	jornal	0	0	0,0
2	Aplicación de Solucion Madre	jornal	0	0	0,0
3	Toma de Datos	jornal	0,5	50	25,0
Sub Total					25,0
VI Transporte y Comercialización					
1	Traslado	viajes	2	70	140,0
2	Comercialización	jornal	4	70	280,0
Sub Total					420,0
TOTAL					1207,1
VI Gastos Imprevistos 10%					120,705
COSTO TOTAL CON FERTIRRIGACION (Bs)					1327,8

Rendimiento	45,6
IB	1596
IN	268,2
B/C	1,20



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
EN SUELOS Y AGUAS (LAFASA)



ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO: Sandra Foronda Llanqui
PROCEDENCIA: Departamento La Paz

SOLICITUD: LAF 59_20
FECHA DE ENTREGA: 05/09/2021

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
pH en H ₂ O relación 1:5	-	6.91	Potenciometría
Conductividad eléctrica en agua 1:5	mmho/cm	0.72	Potenciometría
Calcio intercambiable	meq/100g S.	15.90	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de absorción atómica)
Magnesio intercambiable	meq/100g S.	4.08	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de absorción atómica)
Potasio intercambiable	meq/100g S.	4.30	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Nitrógeno total	%	0.49	Kjendahl
Fósforo disponible	ppm	96.5	Espectrofotometría UV-Visible
Densidad Aparente	g/cm ³	1.12	Probeta
Arena	%	44	Bouyucus
Limo	%	16	Bouyucus
Arcilla	%	40	Bouyucus
			Clase Textural: Arcilloso



Ph.D. Roberto Miranda Casas
LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Av. Landaeta esq. Héroes del Acre N.º 1850,
Telf. IIAREN: 2484647 - 74016356 - 73075326 • E-mail: lafasa.suelos@gmail.com
Página web: agro.umsa.bo • La Paz - Bolivia

Figura 13. Análisis de Suelo al inicio del experimento



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
EN SUELOS Y AGUAS (LAFASA)



ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO: Sandra Foronda Llanque
PROCEDENCIA: Departamento La Paz
Provincia Murillo

SOLICITUD: LAF 122_20
FECHA DE ENTREGA: 21/05/2022

**EFFECTO DE LA INFUSIÓN DE CÁSCARA DE PLATANO CON FERTIRRIGACIÓN ,
EN TRES VARIEDADES DE PAPRIKA (Capsicum annum L.) BAJO
INVERNADERO EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE COTA COTA**

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Densidad Aparente	g/cm ³	1.123	Probeta
pH en H ₂ O relación 1:5	-	5.63	Potenciometría
Conductividad eléctrica en agua 1:5	mmho/cm	1.61	Potenciometría
Potasio intercambiable	meq/100g S.	1.69	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Nitrógeno total	%	0.58	Kjendahl
Materia orgánica	%	9.15	Walkley y Black
Fósforo disponible	ppm	61.52	Espectrofotometría UV-Visible



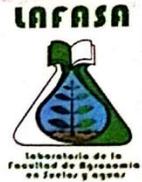

Ph.D. Roberto Miranda Casas
LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Av. Landaeta esq. Héroes del Acre N.º 1850,
Telf. IIAREN: 2484647 - 74016356 - 73075326 • **E-mail:** lafasa.suelos@gmail.com
Página web: agro.umsa.bo • La Paz - Bolivia

Figura 14. Análisis de suelo con aplicación de fertirrigación.



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
EN SUELOS Y AGUAS (LAFASA)



ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO: Sandra Foronda Llanque
PROCEDENCIA: Departamento La Paz
Provincia Murillo

SOLICITUD: LAF 123_22
FECHA DE ENTREGA: 21/05/2022

**EFFECTO DE LA INFUSIÓN DE CÁSCARA DE PLATANO CON FERTIRRIGACIÓN ,
EN TRES VARIEDADES DE PAPRIKA (Capsicum annum L.) BAJO
INVERNADERO EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE COTA COTA**

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Densidad Aparente	g/cm ³	1.123	Probeta
pH en H ₂ O relación 1:5	-	6.12	Potenciometría
Conductividad eléctrica en agua 1:5	mmho/cm	1.68	Potenciometría
Potasio intercambiable	meq/100g S.	1.53	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Nitrógeno total	%	0.43	Kjendahl
Materia orgánica	%	9.15	Walkley y Black
Fósforo disponible	ppm	59.47	Espectrofotometría UV-Visible




Ph.D. Roberto Mifanda Casas
LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Av. Landaeta esq. Héroes del Acre N.º 1850,
Telf. IIAREN: 2484647 - 74016356 - 73075326 • E-mail: lafasa.suelos@gmail.com
Página web: agro.umsa.bo • La Paz - Bolivia

Figura 15. Análisis de suelo sin aplicación de Fertirrigación.

INFORME DE ENSAYO DE AGUAS A95/21

Cliente: FACULTAD DE AGRONOMIA-UMSA
 Solicitante: Sra. Sandra Foronda Llanqui
 Dirección del cliente: Calle Pacajes #4933 Zona Layunzas
 Procedencia de la muestra: Centro Experimental de Coa Coa
 Provincia: Marilón
 Departamento: La Paz
 Punto de muestreo: Grifo de Carpa de Horticultura - Fac. Agronomía
 Responsable del muestreo: Sr. Rivera Arredondo Nano Martín
 Fecha de muestreo: 10 de junio de 2021
 Hora de muestreo: 10:15
 Fecha de recepción de la muestra: 10 de junio de 2021
 Fecha de ejecución del ensayo: Del 10 al 26 de junio, 2021
 Caracterización de la muestra: agua de grifo
 Tipo de muestra: Simple
 Envase: Botella Pet
 Código LCA: 95/1
 Código original: A-1

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	A-1 95-1
pH	EPA 150.1		1 - 14	8,3
Conductividad eléctrica	EPA 120.1	µS/cm	1,0	176
Cloruros	SM-4500-Cl-B	mg Cl/l	0,020	1,1
Sulfatos	SM 4500-SO4-E	mg/l	1,0	16
Sodio	EPA 273.1	mg/l	0,019	2,7
Potasio	EPA 258.1	mg/l	0,21	0,45
Calcio	EPA 215.1	mg/l	0,32	11
Magnesio	EPA 242.1	mg/l	0,18	2,5
Dureza total	SM 2340 - B	mg CaCO ₃ /l	2,0	38
Fósforo total	EPA 365.2	P-PO ₄ ³⁻ mg/l	0,010	< 0,010
Nitrógeno total	EPA 351.1	mg/l	0,30	< 0,30

SM = Standard Methods (For the Examination of Water and Wastewater)
 EPA = Environmental Protection Agency (Sampling and Analysis Methods)

Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
 La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, julio 14 de 2021



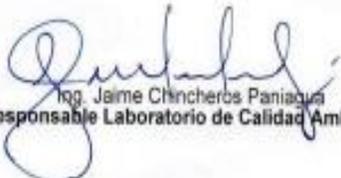

 Ing. Jaime Chincheros Paniagua
 Responsable Laboratorio de Calidad Ambiental



Figura 16. Análisis de Agua previo al experimento.



Agencia Boliviana de Energía Nuclear



ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍAS

LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

CODIGO DE HOJA DE RUTA	986/2021	N° SOLICITUD	06/2021
INTERESADO	SANDRA FORONDA LLANQUI	TEL. O CELULAR	
PUNTO DE TOMA DE MUESTRA		DEPARTAMENTO	LA PAZ
FECHA DE RECEPCIÓN	3/Mayo/2021	FECHA DE ENTREGA	27/Julio/2021
MUESTRA	Agua	TIPO DE MUESTRA	Te de Cascara de Plátano

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS

N° Lab.	PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO
006-01/2021	Calcio	0.6	mg/L	Valoración Complexométrica
006-02/2021	Magnesio	0.8	mg/L	Valoración Complexométrica
006-03/2021	Hierro	1.664	ppm	Espectrofotometría UV-Visible
006-04/2021	pH en agua 1:5	5.19	-	Potenciometría
006-05/2021	Conductividad Eléctrica 1:5	0.35	dS/m	Potenciometría
006-06/2021	Carbono orgánico			
006-07/2021	Nitrógeno total	22.5	%	Kjeldahl
006-08/2021	Potasio intercambiable	0.51	meq/100g	Emisión atómica
006-09/2021	Fosforo	0.625	ppm	Espectrofotometría UV-Visible

OBSERVACIONES. - ** Cationes de Cambio extraídos con Acetato de sodio 1 N.

C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.

CARBONATOS LIBRES; A: Ausente, **P:** Presente, **PP:** Presente en gran cantidad

- El equipo para determinación de Carbono Orgánico se encuentra en reparación por tal motivo se posterga la entrega de resultados de este parámetro hasta nuevo aviso.

CLASE TEXTURAL

F: Franco Y: Arcilloso

L: Limoso YA: Arcilloso Arenoso

A: Arenoso FAY: Franco Arcilloso Arenoso

FA: Franco Arenoso YL: Arcilloso Limoso

AF: Arenoso Franco FYL: Franco Arcillosos Limoso

FY: Franco Arcilloso FL: Franco Limoso


Lic. Luis Fernando Cáceres Choque
RESPONSABLE DE LA ADMINISTRACIÓN Y DEL
SERVICIO DE DOSIMETRÍA, CALIBRACIÓN
AGENCIA BOLIVIANA DE ENERGÍA NUCLEAR

Calle 22, N° 8232 entre Avenida Montenegro y Adrián Patiño - Edificio "Centro Empresarial Calacoto" - Zona San Miguel

Tel: (+591) 2127178 - 2127160 Fax: (+591) 2129754 / www.aben.gob.bo

La Paz - Bolivia

Figura 17. Análisis de Infusión de cáscara de Plátano.

Figura 18. Cálculo de dosis del cultivo de Paprika.

CÁLCULO DE DOSIS CULTIVO DE PAPRIKA

1. CÁLCULO DE NUTRIENTES

Datos:

$$Da = 1,12 \frac{Tm}{m^3}$$

$$Sup = 18m^2$$

$$Prof = 12 \text{ cm} = 0.12 \text{ m (Profundidad de enraizamiento del cultivo de Paprika)}$$

a) Cálculo del Peso de la Capa Arable (P.C.A.)

$$P.C.A. = Da * Sup * Prof.Vol.del Suelo$$

$$P.C.A. = 1.12 \frac{Tm}{m^3} * 19m^2 * 0.12m$$

$$P.C.A. = 2.41 Tm/Platabanda$$

b) Cálculo de la Cantidad de Nitrógeno Disponible (N. disp.) del Suelo

Datos:

$$P.C.A. = 2.41Tm/Platabanda$$

$$N = 0.49 \%$$

$$\text{Coeficiente de mineralización} = \text{Valles Andinos (3.5\%)}$$

$$\text{Ciclo Vegetativo Paprika} = 5.83 \text{ meses} = 6 \text{ meses}$$

i) Cálculo de la cantidad de Nitrógeno presente del S°

$$100\% \rightarrow 2.41 Tm/Platabanda$$

$$0.49\% \rightarrow x$$

$$x = 0.011 \frac{Tm}{Platabanda} * 1000 \frac{Kg}{1} Tm$$

$$x = 11.80 KgN - Total/Platabanda$$

ii) Cálculo del Nitrógeno Mineralizado

$$100\% \rightarrow 11.80 Kg N \frac{Total}{Platabanda}$$

$$3.5\% \rightarrow x$$

$$x = 0.4130 KgNMin - Disp./Platabanda$$

iii) Cálculo por ciclo vegetativo

$$12 \text{ meses} \rightarrow 0.4130 Kg N Min. - Disp./Platabanda$$

$$6 \text{ meses} \rightarrow x$$

$$x = 0.2091 KgN - Disp. \frac{Platabanda}{año agrícola}$$

c) Cálculo de la Cantidad de Fósforo (P. disp.) del Suelo

Datos:

$$P.C.A. = 2.41 \text{ Tm/Platabanda} = 2410 \text{ Kg/Platabanda}$$

$$P2 \text{ Disp.} = 96.5 \text{ ppm}$$

$$\text{Coeficiente de transformación} = P2 - P205: 2.29$$

i) Cálculo de la cantidad de Fósforo presente en el Suelo

$$1000000 \text{ Kg de S}^\circ \rightarrow 96.5 \text{ Kg P2}$$

$$2410 \text{ Kg de S}^\circ \rightarrow x$$

$$X = 0.2325 \text{ Kg P2 Disp./Platabanda}$$

ii) Cálculo de la cantidad de Penta Oxido de Fósforo

$$x = \text{Cantidad de Kg de P2 Disp./Platabanda} * \text{Coeficiente P205}$$

$$x = 0.2325 \text{ Kg P2 Disp. Platabanda} * 2.29$$

$$x = 0.5324 \text{ Kg P2O5 Disp./Platabanda}$$

d) Cálculo de la cantidad de Potasio (K2) del Suelo

Datos:

$$P.C.A. = 2.41 \text{ Tm} = 2410 \text{ Kg de S}^\circ \text{ Platabanda}$$

$$K2 \text{ Disp.} = 4.30 \text{ meq/100 gr. S}^\circ$$

$$\text{Coeficiente de coerción K2 - K2O: 1.21}$$

i) Cálculo de gr de Potasio (K2) por cada 100 gr de S°

$$1 \text{ meq} * \frac{39}{1} / 1000 = 0.039 \text{ g K2}$$

$$x = 0.039 \text{ Kg K2} * 0.14 \text{ meq K2}$$

$$100 \% \rightarrow 4.30 \text{ meq}$$

$$50\% \rightarrow x$$

$$x = 2.15 \text{ meq K2 Disp. / 100 gr de S}^\circ$$

$$x = 0.08385 \text{ gr K2 Disp./100 gr de S}^\circ$$

ii) Cálculo de gr de Potasio (K2) por cada 100 gr de S°

$$100 \text{ Tm S}^\circ \rightarrow 0.08385 \text{ gr K2}$$

$$2.41 \text{ Tm S}^\circ \rightarrow x$$

$$x = 0.002020 \text{ Tm K2 Disp. -Platabanda}$$

$$x = 2.020785 \text{ Kg K2 Disp. -Platabanda}$$

iii) Cálculo de la cantidad de óxido de Potasio

$$x = \text{Cantidad de Kg de K2 Disp./Platabanda} * \text{Coeficiente K2O}$$

$$x = 2.020785 \text{ Kg K2 Disp. Platabanda} * 1.21$$

$$x = 1.6700 \text{ Kg K2O Disp./Platabanda}$$

e) Oferta del suelo para el cultivo de Paprika

$$0.20 - 0.53 - 1.67$$

Nitrogeno – Fosforo – Potasio

2. DEMANDA DE NUTRIENTES

A. Cálculo del reajuste de la demanda para el cultivo de Paprika

- Demanda del cultivo

Para un rendimiento de $4 \frac{Tm}{Ha}$ es de 150 de N – 46 de P205 y 152 de K2O

Para un rendimiento de $6 \frac{Tm}{Ha}$ es de:

Para Nitrógeno:

$$4000 \frac{Kg}{Ha} \rightarrow 150Kg N Disp./Ha$$

$$6000 Kg \rightarrow x$$

$$x = 225 Kg N Disp./Ha$$

Para P205:

$$4000 \frac{Kg}{Ha} \rightarrow 46Kg P205 Disp./Ha$$

$$6000 Kg \rightarrow x$$

$$x = 69 Kg P205 Disp./Ha$$

Para K20:

$$4000 \frac{Kg}{Ha} \rightarrow 152Kg K20 Disp./Ha$$

$$6000 Kg \rightarrow x$$

$$x = 228 Kg K20 Disp./Ha$$

B. Cálculo de la demanda en relación a la superficie de la Platabanda

$$10000 m^2 \rightarrow 225 Kg N Disp./Ha$$

$$18 m^2 \rightarrow x$$

$$x = 0.405 Kg N Disp./Ha$$

$$10000 m^2 \rightarrow 69 Kg P205 Disp./Ha$$

$$18 m^2 \rightarrow x$$

$$x = 0.1242 Kg P205 Disp./Ha$$

$$10000 m^2 \rightarrow 228 Kg K20 Disp./Ha$$

$$18 m^2 \rightarrow x$$

$$x = 0.4104 Kg K20 Disp./Ha$$

Demanda ajustada: Para un rendimiento de 6 Tm/Platabanda

$$0.405 - 0.124 - 0.410$$

3. CÁLCULO DE DOSIS

$$\begin{array}{r} \text{Demanda: } 0.40 - 0.12 - 0.41 \\ \text{Oferta: } 0.20 - 0.53 - 1.67 \\ \hline 0.20 - (-0.41) - (-1.26) \text{ Dosis Final} \end{array}$$

4. CÁLCULO DE SOLUCION MADRE

1. Cálculo de la relación de infusión de cáscara de plátano y agua capilar

La cantidad límite de infusión a aplicar es de 8 cascara de plátano maduro en 1 L de agua.

$$\begin{array}{l} 1 \text{ L de Infusion de P.} \rightarrow 0.096 \text{ gr N Disp.} \\ x \rightarrow 200 \text{ gr de Requerimiento} \\ x = 210.65 \text{ l de Infusion de Cascara d P.} \end{array}$$

2. Número de aplicaciones

Volúmen de agua aplicable en relación a contenedor de 20 L.

$$\begin{array}{l} 20 \text{ L de Agua} \rightarrow 1 \text{ Aplicacion} \\ 210.65 \text{ L de Inf.} \rightarrow x \\ x = 10.53 \text{ Aplicaciones} \approx 11 \text{ aplicaciones} \end{array}$$

Figura 19. Cálculo de la Frecuencia y Tiempo de Riego.

i) Determinación de la evapotranspiración del cultivo

Para los datos de temperatura se examinaron de datos promedio de mes. La evapotranspiración de referencia se calculará para todo el ciclo del cultivo, es decir durante los meses que se desarrollara el cultivo desde la siembra hasta la cosecha. Una vez que se tenga estos datos se calculara la evapotranspiración para cada mes con la siguiente formula:

$$ET_c = K_c * ET_o$$

Dónde: K_c = Es el coeficiente del cultivo= 0.95

ET_o = Es la evapotranspiración de referencia

a) Método Penman

$$ET_o = c[W * R_n + (1 - W) * f(u) * (e_a - e_d)]$$

Dónde: ET_o = Evapotranspiración del cultivo

c = Factor de ajuste = 0.67 (Según Tablas)

W = Factor de ponderación= 0.74 (Según tablas con T° media y altitud)

R_n = Radiación neta= 10.61 mm/día (Según tablas FAO)

$f(u)$ = Velocidad de viento ajustada = 0.27 (coeficiente unitario por $u=0$)

e_a = Presion relativa= 20.6 milibares (Según tablas con T° med.)

e_d = Presion real= 0.12 milibares (Según tablas con R_n)

$$ET_o = c[W * R_n + (1 - W) * f(u) * (e_a - e_d)]$$

$$ET_o = 0.67[0.74 * 10.61 + (1 - 0.74) * 0.27 * (20.6 - 0.12)]$$

$$ET_o = 6.22 \text{ mm/día}$$

b) Método de Hergreaves

$$ET_o = 0.0023(T^\circ \text{ med} + 17.78) * R_n * (T^\circ \text{ max} - T^\circ \text{ min})^{0.5}$$

Dónde: ET_o = Evapotranspiración del cultivo

$T^\circ \text{ med}$ = Temperatura media del mes=19.44°C

$T^\circ \text{ max}$ = Factor de ponderación= 35.83 °C

R_n = Radiación neta= 10.61 mm/día (Según tablas FAO)

$T^\circ \text{ min}$ = Velocidad de viento ajustada = 3.45 °C

$$ET_o = 0.0023(19.44^\circ\text{C} + 17.78) * 10.61 \text{ mm/día} * (35.88^\circ\text{C} - 3.45^\circ\text{C})^{0.5}$$

$$ET_o = 5.17 \text{ mm/día}$$

c) Cálculo de la Evapotranspiración del cultivo

$$ET_c = K_c * ET_o$$

$$ET_c = 0.95 * 6.22 \text{ mm/día}$$

$$ET_c = 5.90 \text{ mm/día}$$

ii) Procedimiento de Programación del riego

1. Cálculo de la disponibilidad de agua en el suelo

Primero calculando el agua disponible total ADT es el agua útil y que esta entre el contenido de humedad del suelo a CC y PMP, y depende de la profundidad efectiva del sistema radicular de los cultivos Prof, el agua disponible total se puede calcular por la siguiente ecuación.

$$ADT = (\theta_{cc} - \theta_{pmp}) * prof$$

$$ADT = (0.36 - 0.20) * 0.12$$

$$ADT = 0.0192 \text{ m}$$

$$ADT = 19.2 \text{ mm}$$

Una vez obtenida la ADT, se ajusta esta al déficit permitido de manejo DPM, este es el grado de depleción de humedad del suelo que se debe permitir antes de cada riego, se lo puede calcular con la siguiente ecuación:

$$DPM = ADT * f$$

$$DPM = 19.2 \text{ mm} * 1.252$$

$$DPM = 24.04 \text{ mm}$$

Donde: f representa el grado de absorción de agua por los cultivos = 1.252 (según: Fuentes Yague, J.L.).

En proyectos de riego el déficit permitido de manejo se lo denomina lamina neta de riego o simplemente lamina neta, es decir:

$$Z_n = DPM$$

$$Z_n = 24.04 \text{ mm}$$

2. Cálculo del requerimiento neto de riego (ln)

Este viene a ser la diferencia entre la demanda de agua (representada por la evapotranspiración) y la oferta (precipitación efectiva) en nuestro caso será 0, ya que es una instalación cerrada:

$$ln = ET_c - P_e$$

Como las unidades de ambos están en mm, lógicamente ln tendrá que estar también en mm.

$$ln = 5.90 \frac{\text{mm}}{\text{día}} - 0$$

$$ln = 5.90 \text{ mm/dia}$$

3. Cálculo de la lámina de riego bruta (Zb)

Tomando en cuenta la eficiencia del sistema de riego a utilizar Et, la lámina neta de riego Zn se debe ajustar con la siguiente relación:

$$Zb = \frac{Zn}{Et}$$

Donde Zb y Zn están en mm

$$Zb = \frac{24.04 \text{ mm}}{0.72}$$

$$Zb = 33.39 \text{ mm}$$

4. Cálculo de la frecuencia de riego (Fr)

Este nos determina cada cuantos días debemos volver a regar el cultivo, este es una relación entre el agua presente en el suelo Zn y el requerimiento neto de riego ln:

$$Fr = \frac{Zn}{ln}$$

$$Fr = \frac{24.04 \text{ mm}}{5.90 \text{ mm/dia}}$$

$$Fr = 4.07 = \text{Cada 4 dias}$$

5. Determinación del tiempo de riego

Para saber el tiempo que se debe regar, se debe contar con datos de la velocidad de infiltración básica VIB o caudal disponible Qd, para nuestro caso estaremos la VIB con tablas, VIB=190 mm/hr específicamente en la sección de infiltración, que están dados de acuerdo a la textura del suelo del terreno., con esto calcularemos el tiempo de riego Tr utilizando la siguiente relación:

$$Tr = \frac{Zb * 60}{VIB}$$

Donde: Tr estará en minutos, Zb en mm y VIB en mm/hr.

$$Tr = \frac{Zb * 60}{VIB}$$

$$Tr = \frac{33.39 * 60}{190 \text{ mm/hr}}$$

$$Tr = 10.54 \text{ hr/ciclo}$$

$$Tr = \frac{10.54 \frac{\text{hr}}{\text{ciclo}}}{11 \text{ aplicaciones}}$$

$$Tr = 0.9581 \text{ Hr} = 57 \text{ min/aplicacion}$$

Figura 20. Cálculo del número de muestra, Ochoa (2005).

1. Cálculo de tamaño de muestra de poblaciones finitas.

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{E^2(N - 1) + Z^2 * Np * q}$$

Donde:

N = universo o población (216 unidades)

p = probabilidad en favor (50%)

q = probabilidad en contra

E = Error de estimación (5%)

Z = Nivel de confianza (1.96)

n = número de elementos

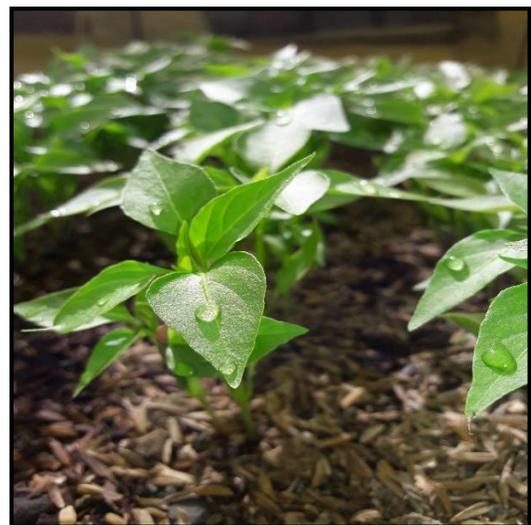
$$n = \frac{1.96^2 * 216 * 0.50 * 0.50}{0.05^2(216 - 1) + 1.96^2 * 216 * 0.50 * 0.50}$$

$$n = 3.34 \text{ unidades}$$

Figura 21. Galería Fotográfica del Experimento.



Preparación de Platabandas e incorporación del sistema de riego.



Almacigo y trasplante de plantines de Paprika.



Solución madre y sistema de fertirrigación.



Cuidados del cultivo.



Toma de datos y cosecha.